

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANAIIS

DO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Volume XVI



1948-1949

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
Tapada da Ajuda
LISBOA



Anais do Instituto Superior de Agronomia

COMISSÃO DE REDACÇÃO

Prof. E. A. Mendes Frazão, *Presidente*
Prof. Luís Aníbal Valente Almeida
Prof. P. de Varennes e Mendonça, *Director da Biblioteca*
Prof. Carlos Rebello Marques de Almeida

VOLUMES PUBLICADOS

Vol. I, 1920, 238 p.; 2.^a edição, 1942, 238 p.
Vol. II, 1925, 420 p.
Vol. III, 1930, 316 p.
Vol. IV — fasc. 1.^o, 1930, 58 p.; fasc. 2.^o, 1931, 86 p.; fasc. 3.^o, 1931, 86 p.
Vol. V — fasc. 1.^o, 1932, 218 p.; fasc. 2.^o, 1932, 254 p.
Vol. VI — fasc. 1.^o, 1934, 142 p.; fasc. 2.^o, 1934, 122 p.
Vol. VII — fasc. 1.^o, 1935, 128 p.; fasc. 2.^o, 1936, 124 p.
Vol. VIII, 1937, 212 p.
Vol. IX, 1938, 432 p.
Vol. X, 1939, 266 p.
Vol. XI, 1940, 224 p.
Vol. XII — fasc. 1.^o, 1941, 204 p.; fasc. 2.^o, 1941, 482 p.
Vol. XIII, 1942, 216 p.
Vol. XIV, 1943, 468 p.
Vol. XV, 1945, 186 p.
Vol. XVI, 1948-1949, 148 p.



Digitized by the Internet Archive
in 2025

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANAIS

DO

ANAIS

DO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

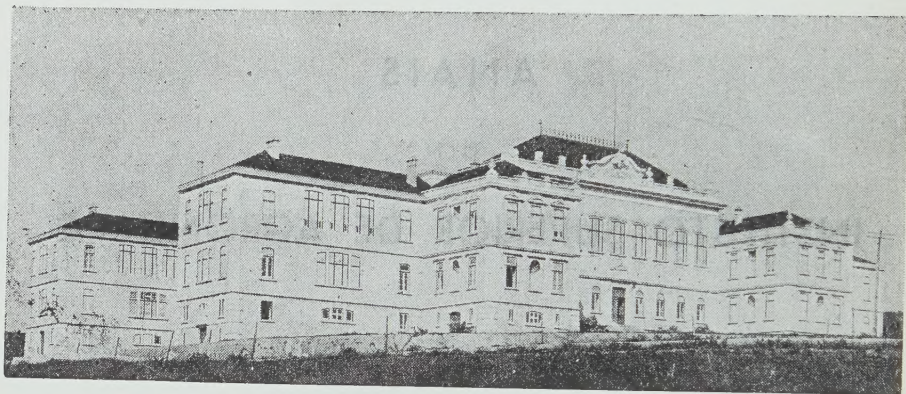


1945-1946

Publicado pelo Instituto Superior de Agronomia

Lisboa, 1946

2.ª edição



INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANAIIS

DO

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Volume XVI



1948-1949

INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

Tapada da Ajuda

LISBOA

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

ANNAIS

DO

INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA

Volume XVI



1971-1972

ANNO LVII

Comp. e Impr. na Soc. Astória, Lda. — Regueirão dos Anjos, 68 / Telef. 43258 / LISBOA

ÍNDICE

Prof. P. DE VARENNES E MENDONÇA

Algumas reflexões sobre o traçado das curvas de regolho em canais com leito cilíndrico de pequeno declive	1
Sobre a fórmula de Iszkowski para a determinação do caudal de máxima cheia	23
Do movimento uniforme nos canais	35

Prof. CARLOS REBELLO MARQUES DE ALMEIDA

Ainda acerca da improdutividade na Amendoeira	51
---	----

Prof. LUIZ DE O. MENDES DA COSTA E SOUSA

Algumas observações para a caracterização botânica dos híbridos <i>Richter</i> (<i>V. Berlandieri</i> × <i>rupestris</i>)	73
---	----

Prof. CARLOS REBELLO MARQUES DE ALMEIDA

O efeito das plantas de sombra nas culturas tropicais	91
---	----

Prof. Doutor A. DE MIRA FERNANDES

Sistemas hodógrafos	101
-------------------------------	-----

Prof. J. V. BOTELHO DA COSTA

Notas acerca do sistema americano de classificação de solos	113
---	-----

Prof. JOÃO DE CARVALHO E VASCONCELLOS e Aluno MANUEL CALHEIROS BRAGA

Uma nova gramínea a incluir na flora portuguesa: <i>Aristella bromoides</i> (L.) Bertol.	127
--	-----

Assistente JOÃO DO AMARAL FRANCO

<i>Pinus Thunbergiana</i> et <i>Pinus Clusiana</i> var. <i>corsicana</i>	129
Que é o salgueiro preto?	133

Algumas reflexões sobre o traçado das curvas de regolfo em canais com leito cilíndrico de pequeno declive

pelo

Prof. P. DE VARENNES E MENDONÇA

da Cadeira de Mecânica Racional e Teoria Geral de Máquinas

1. Advertência.

Porque, de qualquer modo, a perfeita compreensão deste trabalho não seria possível sem o prévio conhecimento do livro intitulado *Curvas de Regolfo* [6], resolvi aligeirar a exposição recorrendo aos seguintes meios :

- a) o referido livro é designado pela abreviatura C. R.;
- b) um par de números separados por uma vírgula e colocado entre parênteses, como por exemplo (12,13), indica a equação assim denominada em C. R.; e
- c) os termos e os símbolos não definidos no presente artigo são empregados com os mesmos significados que em C. R.

2. Influência da fórmula adoptada para equação do movimento uniforme.

21. *Preliminar: o problema dos pontos de inflexão do perfil superficial.*

Limitar-me-ei a considerar fórmulas englobadas em (145,1) com $\theta = 1$, isto é, redutíveis à forma $V = \sqrt{\chi R^{\frac{2}{3}} S}$.

Na p. 26 de C. R., admitiu-se explicitamente que o perfil superficial nunca apresentava pontos de inflexão. Recorde-se que esta hipótese foi introduzida a fim de permitir tomar uma decisão sobre o traçado

das figuras da Estampa de C. R. e levantar três das indeterminações de dD/dx , relativas às curvas da Classe $\mathcal{C}$. Observe-se, contudo, que houve o cuidado de, no Quadro 217-7 de C. R., colocar entre parênteses os valores assim obtidos. Note-se ainda que a admissão de ausência de inflexões não teve mais nenhuma repercussão sobre o conteúdo desse livro.

Porque o estudo aqui feito se baseia no da variação de dD/dx , a conservação daquela hipótese — que implica, para as curvas dos Tipos $\mathcal{C}_1$ e $\mathcal{C}_3$, ser dD/dx constante e igual a S_0 — obrigaria a pôr de parte, as curvas da Classe $\mathcal{C}$, ou melhor, a admitir que, para elas, seja nula a influência da fórmula adoptada para equação do movimento uniforme.

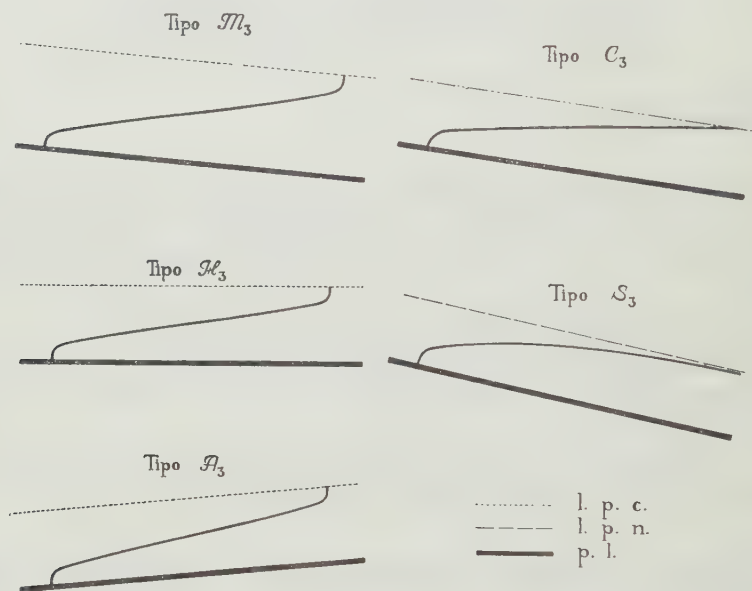


Fig. 1

Assim, para justificar o facto de não excluir deste estudo as curvas da Classe $\mathcal{C}$, parece-me oportuno, em desenvolvimento da nota 4 da p. 26 de C. R., fazer algumas considerações sobre a questão dos pontos de inflexão, apesar de continuar a julgar que se trata dum problema de reduzido interesse prático.

A possibilidade teórica da existência de inflexões pode dizer-se provada.

Decorre da análise de MOURET ⁽¹⁾, recentemente generalizada por LAZARD [4] e baseada na consideração das profundidades características, isto é, das profundidades para os quais o p. s. tem tangente horizontal.

Também GUNDER [3] descobriu analiticamente que, em canais com secção rectangular larguíssima, quando se adopta para equação do movimento uniforme a fórmula de MANNING, as curvas da Zona 3 cortam ortogonalmente o perfil longitudinal do leito ⁽²⁾, facto que, como mostra a Fig. 1, implica a existência de, pelo menos, um ponto de inflexão em cada uma das curvas dos Tipos $\mathcal{M}_3$, $\mathcal{H}_3$ e $\mathcal{A}_3$.

É fácil generalizar o resultado de GUNDER.

Com $\theta = 1$, de (216,3) tira-se

$$\frac{dD}{dx} = \frac{\frac{Q^2 P^\varphi}{\chi A^{\varphi+2}} - S_0}{\frac{\alpha Q^2 B}{g A^3} - 1}.$$

Atendendo a (142,2), obtém-se

$$\lim_{D \rightarrow 0} \frac{dD}{dx} = \lim_{D \rightarrow 0} \frac{\frac{Q^2 P^\varphi}{\chi A^{\varphi+2}}}{\frac{\alpha Q^2 B}{g A^3}} = \frac{g}{\alpha \chi} \cdot \lim_{D \rightarrow 0} \frac{P}{B} \cdot \lim_{D \rightarrow 0} \frac{1}{R^{\varphi-1}}.$$

Quando D tende para zero, é evidente que P/B e R têm por limites respectivos 1 e 0. Então, vem

$$\lim_{D \rightarrow 0} \frac{dD}{dx} = \begin{cases} \infty & \text{para } \varphi > 1, \\ \frac{g}{\alpha \chi} & \text{» } \varphi = 1, \\ 0 & \text{» } \varphi < 1. \end{cases}$$

Logo, quando se adopta para equação do movimento uniforme

⁽¹⁾ *Cours d'Hydraulique de l'École Nationale des Ponts et Chaussées*, Paris, 1913-1914. Citada e exposta por EYDOUX [2, p. 217-221].

⁽²⁾ Visto que a teoria exposta em C. R. diz respeito apenas aos canais de pequeno declive, este resultado equivale a afirmar que o p. s. é, nas vizinhanças do leito, vertical. É claro que tal conclusão evidencia que a equação de BELANGER-CORIOLIS não é válida para profundidades muito pequenas.

qualquer das fórmulas englobadas em (145,1), com $\theta = 1$ e $\varphi > 1$ ⁽¹⁾, seja qual for a forma da secção transversal do canal, as curvas da Zona 3 cortam ortogonalmente o p. l. Por conseguinte, nessas condições, as curvas dos Tipos $\mathcal{M}_3$, $\mathcal{H}_3$ e $\mathcal{A}_3$ apresentam pelo menos um ponto de inflexão, e as do Tipo $\mathcal{C}_3$ não podem confundir-se exactamente com rectas horizontais.

A análise anterior levanta, para $\theta = 1$, todas as indeterminações da forma $\frac{\infty}{\infty}$ que figuram no Quadro 217.7 de C. R. Note-se que, no caso particular das secções larguíssimas e de se adoptar para equação do movimento uniforme a fórmula de CHÉZY, (214,3) fornece $I_0 = g/\alpha\chi$; portanto, neste caso, o valor $S_0 = I_0$ de $\lim_{D \rightarrow 0} (dD/dx)$ a que, para as curvas do Tipo $\mathcal{C}_3$, conduz a hipótese da ausência de pontos de inflexão coincide com o agora calculado.

É possível demonstrar — acrescentarei — que, para $\varphi = 1$, o ponto de encontro com o leito é de inflexão ou de ondulação.

22. Dependência de χ e de φ , no caso de não se fixarem os caracteres normais.

O problema pode assim enunciar-se: fixados os caracteres do leito (rugosidade excluída), o caudal e a secção dominadora, como dependerá de χ e de φ a distância X das duas secções de dadas profundidades máximas D_1 e D_2 ?

Repare-se, em primeiro lugar, no seguinte. Pondo

$$j = \frac{dx}{dD},$$

vem

$$X = \int_{D_1}^{D_2} j \, dD = \bar{j} (D_2 - D_1) = |\bar{j}| \cdot |D_2 - D_1|,$$

onde $\bar{j}$ representa o valor médio de j no intervalo $(D_2 - D_1)$. Como, para cada curva de regolfo, j tem sempre o mesmo sinal, o módulo de $\bar{j}$ coin-

⁽¹⁾ Por exemplo, as fórmulas de MANNING, GAUCKLER-STRICKLER, KUTTER, BAZIN, FORCHHEIMER e HERMANEK (Cf. Quadros 143.1, 143.2 e 145.1 de C. R.).

cide com o valor médio de $|j| = +\sqrt{j^2}$. Logo, se, para todas as profundidades compreendidas entre D_1 e D_2 , j^2 crescer ou decrescer, o mesmo sucederá a X .

Para $\theta = 1$, (216,3) pode escrever-se, atendendo a (12,13) e (142,2),

$$j = \frac{dx}{dD} = \frac{\frac{\alpha Q^2 B}{g A^3} - 1}{\frac{Q^2 P^\varphi}{\chi A^{\varphi+2}} - S_0} = \frac{F - 1}{\frac{Q^2}{\chi A^2 R^\varphi} - S_0}.$$

Supondo, como se fez em C. R., ser α constante, e A , B e P funções unívocas de D , torna-se evidente que, nas condições do problema, para dado valor de D , j varia apenas com χ e φ .

Tem-se

$$\frac{\partial(j^2)}{\partial\chi} = 2 \cdot \frac{dx}{dD} \cdot \frac{F - 1}{\left(\frac{Q^2}{\chi A^2 R^\varphi} - S_0\right)^2} \cdot \frac{Q^2}{A^2 R^\varphi} \cdot \frac{1}{\chi^2},$$

que mostra ter $\partial(j^2)/\partial\chi$ o sinal de

$$\frac{dD}{dx} (F - 1);$$

logo, j^2 , e por conseguinte X , é função crescente de χ nas correntes rápidas retardadas e lentas aceleradas, e decrescente nas rápidas aceleradas e lentas retardadas (Quadros 217.5 e 217.6 de C. R.).

Então, o Quadro 217.7 de C. R. permite concluir que X é função crescente de χ para as curvas dos Tipos $\mathcal{M}_2$, $\mathcal{M}_3$, $\mathcal{C}_3$, $\mathcal{S}_3$, $\mathcal{H}_2$, $\mathcal{H}_3$, $\mathcal{A}_2$ e $\mathcal{A}_3$, e decrescente para as dos Tipos $\mathcal{M}_1$, $\mathcal{C}_1$, $\mathcal{S}_1$ e $\mathcal{S}_2$.

Como χ é tanto maior quanto menor a rugosidade, podemos afirmar que, adoptada para equação do movimento uniforme uma das fórmulas para as quais φ é constante — como, por exemplo, as de CHÉZY, MANNING, GAUCKLER-STRICKLER e FORCHHEIMER —, a atribuição ao leito duma maior rugosidade se traduz pelo aumento das distâncias X nas curvas dos Tipos $\mathcal{M}_1$, $\mathcal{C}_1$, $\mathcal{S}_1$ e $\mathcal{S}_2$, e por uma diminuição nas dos restantes Tipos.

Estudemos agora a variação de X com φ . Tem-se

$$\frac{\partial (j^2)}{\partial \varphi} = 2 \cdot \frac{dx}{dD} \cdot \frac{F-1}{\left(\frac{Q^2}{\chi A^2 R^\varphi} - S_0 \right)^2} \cdot \frac{Q^2}{\chi A^2 R^\varphi} \cdot \frac{1}{R^\varphi} \cdot \log R,$$

que indica ter $\partial(j^2)/\partial\varphi$ o sinal de

$$-\frac{dD}{dx} (F-1) \log R.$$

Por consequência, quando entre as duas secções de profundidades D_1 e D_2 , R se mantém inferior [superior] à unidade, X é função crescente [decrecente] de φ nas curvas dos Tipos $\mathcal{M}_1$, $\mathcal{C}_1$, $\mathcal{S}_1$ e $\mathcal{S}_2$ e função decrescente [crescente] nas dos restantes Tipos; quando, ao longo do lanço, R passa pelo valor unitário, o sentido da variação depende do caso particular considerado.

Observando que a conclusão é válida qualquer que seja a unidade de comprimento adoptada, este resultado não pode deixar de considerar-se assaz paradoxal.

23. Dependência de φ , no caso de se fixarem os caracteres normais (leitos não-horizontais).

Para os leitos não-horizontais ($S_0 \neq 0$), o problema pode formular-se do seguinte modo, que, colocando a questão nas condições da prática, evita ainda o paradoxo anterior: — para dado leito, consideremos o conjunto de todas as curvas de regolfo, dum dado Tipo, relativas a uma corrente com determinados caracteres normais; como dependerá de φ a distância X das duas secções de profundidades máximas D_1 e D_2 ?

Atendendo a (12,13) e (142,2), a equação (216,4) fornece, para $\theta = 1$,

$$j = \frac{dx}{dD} = \frac{1}{S_0} \cdot \frac{1-F}{1 \mp \left(\frac{A_0}{A} \right)^2 \left(\frac{R_0}{R} \right)^\varphi},$$

que mostra variar j , no citado conjunto, apenas com φ .

Desta equação, deduz-se

$$\frac{d(j^2)}{d\varphi} = 2 \frac{dx}{dD} \cdot \frac{1}{|S_0|} \cdot \frac{\mathbf{F} - 1}{\left[1 + \left(\frac{A_0}{A}\right)^2 \left(\frac{R_0}{R}\right)^{\varphi_i^2}\right]^2} \cdot \left(\frac{A_0}{A}\right)^2 \left(\frac{R_0}{R}\right)^{\varphi} \log \frac{R}{R_0},$$

que indica ter $d(j^2)/d\varphi$ o sinal de

$$\frac{dD}{dx} (\mathbf{F} - 1) \log \frac{R}{R_0}$$

ou, visto a função logarítmica ser crescente, o de

$$\frac{dD}{dx} (\mathbf{F} - 1) (R - R_0).$$

Ora, (211,3) pode escrever-se

$$\frac{dD}{dx} (\mathbf{F} - 1) = S - S_0,$$

donde resulta

$$\frac{dD}{dx} (\mathbf{F} - 1) (S - S_0) = (S - S_0)^2 \geq 0.$$

Logo, admitindo que R é função crescente de D e atendendo à hipótese, já introduzida em C. R. (p. 22) de ser S função decrescente de D , para leitos descendentes ($S_0 > 0$), tem-se

$$\frac{dD}{dx} (\mathbf{F} - 1) (R - R_0) \leq 0$$

e, por conseguinte,

$$\frac{d(j^2)}{d\varphi} \leq 0.$$

Quer dizer: para leitos descendentes, seja qual for o Tipo de curva considerado, quanto maior é o valor de φ na equação do movimento uniforme adoptada menor é a distância X , de duas secções de profundidades dadas, a que a teoria conduz. Por exemplo, a adopção da fórmula de FORCHHEIMER ($\varphi = \frac{7}{5}$) em lugar da de MANNING ($\varphi = \frac{4}{3}$),

ou a desta em vez da de CHÉZY ($\varphi = 1$), traduz-se necessariamente por uma diminuição das distâncias X calculadas.

Menos simples é o caso dos leitos ascendentes. Nestes, por ser $S_0 < 0$, $(S - S_0)$, e portanto $(F - 1) \cdot dD/dx$, é sempre positivo, de modo que $d(j^2)/d\varphi$ tem o sinal de $(R - R_0)$, isto é, o de $(D - D_0)$. Quando ambas as profundidades D_1 e D_2 são superiores [inferiores] a D_0 , X é função crescente [decrescente] de φ . Porém, quando D_0 se situa entre as profundidades extremas, o resultado depende do problema particular considerado.

3. Ainda sobre a variante MANZANARES do método das diferenças finitas.

Já em C. R. (p. 32-34) tive ocasião, não só de o estender aos canais com leito ascendente, mas também de sugerir certas modificações do processo de traçado das curvas de regolfo devido a MANZANARES [5]. Essas modificações consistem em:

1) calcular as distâncias Δx das sucessivas secções a partir das diferenças de profundidade ΔD , em vez de ΔD em função de Δx ;

2) igualar o declive médio superficial $\bar{S}_w$ em cada lanço, não ao calculado para o extremo a jusante (correntes lentas) ou a montante (correntes rápidas), mas sim à sua média aritmética.

Aponto agora uma outra modificação possível.

Recordemos que, quando se adopta para a perda de carga unitária S a expressão fornecida pela fórmula de CHÉZY $V = CV\sqrt{RS}$, isto é, quando se faz $\theta = \varphi = 1$, a equação diferencial das curvas de regolfo em canais com leito não-horizontal reveste a forma particular (223,1)

$$\frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{1 \mp \frac{A_0^3 P}{A^3 P_0}}{1 - \frac{A_k^3 P}{A^3 P_k} - \frac{B P_k}{B_k P}},$$

onde o sinal negativo diz respeito aos leitos descendentes ($S_0 > 0$) e o positivo aos ascendentes ($S_0 < 0$).

Em lugar de, como faz MANZANARES, se admitir a hipótese

$$\delta = \frac{I_k}{I} = \frac{B P_k}{B_k P} - 1,$$

pode pôr-se

$$\frac{B P_k}{B_k P} = \frac{1}{U},$$

sendo U , é claro, uma função de D .

Então, por (223,6), vem para valor do declive superficial:

$$S_w = S_0 - \frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{\pm U \frac{A_0^3 P_k}{A_k^3 P_0} - 1}{U \frac{A^3 P_k}{A_k^3 P} - 1}.$$

Se fizermos, como em C. R. [(223,4) e (223,8)],

$$Z = \frac{A^3 P_k}{A_k^3 P},$$

resultará

$$S_w = S_0 \cdot \frac{\pm U Z_0 - 1}{U Z - 1}.$$

Seja $\bar{U}$ o valor médio de U no lanço limitado pelas secções Ω_1 e Ω_2 , de profundidades respectivas D_1 e D_2 , onde se deseja traçar a curva de regolfo. Por aproximação, pode supor-se

$$\bar{U} = \frac{U(D_1) + U(D_2)}{2}.$$

Então, admitindo que U se pode substituir por $\bar{U}$, obtém-se

$$S_w = S_0 \cdot \frac{\pm \bar{U} Z_0 - 1}{\bar{U} Z - 1}.$$

Basta agora fazer

$$T = \bar{U} Z,$$

para se chegar a

$$S_w = \frac{S_0(\pm T_0 - 1)}{T - 1},$$

equação de forma idêntica à da fórmula de MANZANARES, estendida aos leitos ascendentes (223,10).

4. Uma nova variante do método das diferenças finitas. ⁽¹⁾

A equação (223,1) pode também escrever-se

$$\frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{1 \mp \frac{A_0^3 P}{A^3 P_0}}{1 - \frac{A_k^3 B}{A^3 B_k}} = S_0 \cdot \frac{1 \mp \frac{A_0^3 B}{A^3 B_0} \frac{P B_0}{P_0 B}}{1 - \frac{A_k^3 B}{A^3 B_k}}$$

ou

$$\frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{\frac{A^3}{B} \mp \frac{A_0^3}{B_0} \frac{P B_0}{P_0 B}}{\frac{A^3}{B} - \frac{A_k^3}{B_k}}.$$

expressão que, pondo

$$W = \frac{A^3}{B}$$

e

$$Y = \frac{P B_0}{P_0 B},$$

adquire o aspecto

$$\frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{W \mp Y W_0}{W - W_k}.$$

Então, tem-se

$$S_v = S_0 - \frac{dD}{dx} = S_0 \cdot \frac{\pm Y \frac{W_0}{W_k} - 1}{\frac{W}{W_k} - 1}.$$

Admitindo a hipótese

$$Y = \frac{I}{I_0} = \frac{P B_0}{P_0 B} = 1,$$

(¹) Deve ficar bem claro que o facto de se indicar a existência de mais uma variante não implica, de modo algum, a preconização do seu emprego. Pessoalmente, continuo a considerar o processo padrão preferível, em regra, a todas as outras variantes do método das diferenças finitas.

e fazendo

$$G = \frac{W}{W_k}$$

e

$$J = S_0 (\pm G_0 - 1),$$

obté-m-se finalmente

$$S_{n'} = \frac{J}{G - 1}.$$

Exemplo. Dados do Exemplo 222.1 de C. R., isto é: $Q = 4,16 \text{ m}^3/\text{s}$; $n = 0,015$ (MANNING); $S_0 = 0,000400$; $D_c = 1,800 \text{ m}$ (aço); secção trapezoidal isósceles, com largura no fundo $b = 3,00 \text{ m}$ e taludes inclinados a 1:1 (ângulo do talude com o horizonte: $\eta = 45^\circ$, $c = \cot \eta = 1$).

Caracteres normais: $D_0 = 1,00 \text{ m}$; $A_0 = 4,00 \text{ m}^2$; $P_0 = 5,83 \text{ m}$; $B_0 = 5,00 \text{ m}$; $R_0 = 0,686 \text{ m}$ e $I_0 = 0,0029$.

Curva do Tipo $\mathcal{M}_1$.

Supôs-se $\alpha = 1$ e fez-se $\Delta D = 0,050$, excepto no último passo, onde se empregou $\Delta D = 0,040$. Tomou-se para secção de referência a do aço.

Tem-se, por (12,9),

$$W_k = \frac{A_k^3}{B_k} = \frac{Q^2}{g} = \frac{(4,16)^2}{9,80} = 1,766 = 1/0,566,$$

e ainda $W_0 = A_0^3/B_0 = 12,80$, $G_0 = W_0/W_k = 7,245$ e $J = S_0 (G_0 - 1) = 0,002498$.

QUADRO 1

D	ΔD	A	A^3	B	W	G
					(4) : (5)	$0,566 \times (6)$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1,800	—	8,64	645	6,60	97,7	55,3
1,750	0,050	8,31	574	6,50	88,5	50,0
1,700	0,050	7,99	510	6,40	79,7	45,1

D	$G - 1$	$10^7 S_{n'}$	$10^7 \bar{S}_{n'}$	$10^7 (S_0 - \bar{S}_{n'})$	Δx	$-x$
		24980 : (8)	—	4000 - (10)	$10^7 \times (2) : (11)$	
	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1,800	54,3	460	—	—	—	0,0
1,750	49,0	510	485	3515	142,2	142,2
1,700	44,1	566	538	3462	144,4	286,6

Mostra o Quadro 1 a disposição que se pode dar ao cálculo para trabalhar com

$$\Delta x = \frac{\Delta D}{S_0 - \bar{S}_w} \quad (223,11)$$

e

$$\bar{S}_w = \frac{S_w(D) + S_w(D + \Delta D)}{2} \quad (223,14).$$

Os resultados obtidos indicam-se no Quadro 3 (coluna 5).

5. Comparação da nova variante com a de MANZANARES.

A semelhança das duas variantes é flagrante. A diferença essencial reside em que, na de MANZANARES (sem a modificação mostrada possível no presente trabalho), se admite ser

$$U = \frac{P B_k}{P_k B} = 1, \text{ ou, o que é mesmo, } I = I_k,$$

ao passo que, na nova, se faz

$$Y = \frac{P B_0}{P_0 B} = 1, \text{ isto é, } I = I_0.$$

Em face da Estampa de C. R., é evidente que, nas curvas dos Tipos $\mathcal{M}_1$ e $\mathcal{S}_3$, esta segunda hipótese se afasta menos da realidade que a primeira. Nas curvas dos Tipos $\mathcal{M}_3$ e $\mathcal{S}_1$, a primeira hipótese é mais exacta. As duas hipóteses são equivalentes nas curvas dos Tipos $\mathcal{M}_2$ e $\mathcal{S}_2$, e perfeitamente idênticas nas dos Tipos $\mathcal{C}_1$ e $\mathcal{C}_3$. Para as curvas dos Tipos $\mathcal{A}_2$ e $\mathcal{A}_3$, não é possível uma comparação *a priori*: tudo depende da grandeza relativa de P_k , B_k , P_0 e B_0 , e dos valores de P e B no largo considerado.

QUADRO 2

D	U	Y
1,800	1,104	1,052
1,750	1,102	1,049
1,700	1,099	1,047
1,650	1,096	1,045
1,600	1,093	1,041
1,550	1,090	1,038
1,500	1,087	1,035
1,450	1,084	1,032
1,400	1,081	1,030
1,350	1,078	1,026
1,300	1,074	1,023
1,250	1,070	1,020
1,200	1,066	1,015
1,150	1,062	1,012
1,100	1,058	1,008
1,050	1,054	1,004
1,010	1,051	1,001
1,000	1,050	1,000

No Quadro 2, registaram-se os valores de U e Y calculados para os dados do Exemplo. As médias dos valores extremos valem, respectivamente, 1,077 e 1,026; logo, as diferenças para a unidade são 0,077 e 0,026, e os erros relativos 7,7 % e 2,6 %.

Por ser

$$W_k = \frac{\alpha Q^2}{g},$$

a nova variante dispensa o cálculo da profundidade crítica.

Pondo lado a lado as equações

$$S_w = S_0 \cdot \frac{\pm U Z_0 - 1}{U Z - 1}$$

e

$$S_w = S_0 \cdot \frac{\pm Y G_0 - 1}{G - 1},$$

vê-se que a hipótese $U=1$ arrasta uma alteração simultânea de ambos os termos da fracção do segundo membro, ao passo que a hipótese $Y=1$ afecta apenas o numerador. Não deve, portanto, concluir-se precipitamente que, nos casos em que a hipótese $Y=1$ é mais exacta, a sua introdução, em lugar da de MANZANARES, se traduzirá sempre por um menor erro no valor de S_w .

6. Confronto dos resultados numéricos obtidos para os dados do Exemplo mediante vários processos de cálculo.

No Quadro 3, figuram os valores das distâncias $-x$ da secção do açude às de profundidades D obtidos, para os dados do Exemplo, mediante vários processos de cálculo. É a seguinte a correspondência entre os números das colunas e os processos empregados na obtenção de $-x$:

1 — processo padrão do método das diferenças finitas; equação do movimento uniforme, a fórmula de MANNING (Quadro 222.2 de C. R.);

2 — processo padrão; equação do movimento uniforme, a fórmula de CHÉZY;

QUADRO 3

D	Distância $-x$ da secção do açude à de profundidade D							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1,800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,750	140,2	143,2	143,1	143,3	142,2	142,1	142,3	141,2
1,700	282,7	289,1	288,5	288,9	286,6	286,3	286,7	284,5
1 650	428,0	438,0	436,6	437,3	433,6	433,0	433,6	430,1
1,600	576,5	590,5	587,8	588,9	583,7	582,6	583,4	578,6
1,550	728,9	747,3	742,8	744,3	737,5	735,6	736,7	730,4
1,500	882,9	906,1	902,5	904,4	895,8	892,8	894,2	886,3
1,450	1043,0	1071,4	1068,0	1070,3	1059,8	1055,1	1056,9	1047,2
1,400	1210,6	1244,9	1240,8	1243,7	1230,9	1223,9	1226,2	1214,4
1,350	1388,0	1429,1	1423,1	1426,6	1411,3	1400,9	1403,8	1389,6
1,300	1574,6	1623,3	1618,0	1622,3	1603,9	1588,8	1592,4	1575,4
1,250	1782,6	1836,6	1830,6	1835,9	1813,7	1791,3	1795,7	1775,3
1,200	2008,2	2072,7	2068,9	2075,5	2048,9	2015,0	2020,5	1996,0
1,150	2275,3	2352,8	2348,2	2356,6	2324,5	2269,8	2276,8	2247,6
1,100	2618,6	2708,6	2703,1	2714,3	2674,6	2578,8	2587,9	2552,3
1,050	3123,2	3244,0	3239,0	3254,8	3202,0	2995,1	3008,1	2962,8
1,010	4087,4	4224,4	4229,1	4254,8	4168,2	3596,6	3614,2	3552,8

3 — variante MANZANARES, admitindo a hipótese $U=1$ e tomando para $\bar{S}_m$ os valores dados por (223,14) (C. R., Quadro 223·2) ⁽¹⁾;

4 — variante MANZANARES, com a modificação sugerida na Secção 3 do presente trabalho ($\bar{U}=1,077$); $\bar{S}_m$ calculado por (223,14);

5 — nova variante, descrita na Secção 4, tomando para $\bar{S}_m$ os valores dados por (223,14);

6 — variante MANZANARES, admitindo a hipótese $U=1$ e tomando para $\bar{S}_m$ o valor de S_m no extremo a jusante do respectivo lança (Quadro 223·3 de C. R.) ⁽¹⁾;

⁽¹⁾ Um lamentável lapso no cálculo da profundidade crítica (a inadvertida substituição do valor de Q^2 pelo de Q) afectou o tratamento numérico do Exemplo 223·1 de C. R. Por isso, os valores de $-x$, na primitiva impressão dos Quadros 223·2 e 223·3, são inexactos.

A devida correcção foi feita na *errata* suplementar, para a qual se chama a atenção do Leitor.

QUADRO 4

Termo de comparação: 2

D	Desvios absolutos							Módulos dos desvios relativos (‰)						
	1	3	4	5	6	7	8	1	3	4	5	6	7	8
1,750	- 3,0	- 0,1	+ 0,1	- 1,0	- 1,1	- 0,9	- 2,0	20,9	0,7	0,7	7,0	7,7	6,3	14,0
1,700	- 6,4	- 0,6	- 0,2	- 2,5	- 2,8	- 2,4	- 4,6	22,1	2,1	0,7	8,6	9,7	8,3	15,9
1,650	- 10,0	- 1,4	- 0,7	- 4,4	- 5,0	- 4,4	- 7,9	22,8	3,2	1,6	10,0	11,4	10,4	18,0
1,600	- 14,0	- 2,7	- 1,6	- 6,8	- 7,9	- 7,1	- 11,9	23,7	4,6	2,7	11,5	13,4	12,0	20,2
1,550	- 18,4	- 4,5	- 3,0	- 9,8	- 11,7	- 10,6	- 16,9	24,6	6,0	4,0	13,1	15,7	14,2	22,6
1,500	- 23,2	- 3,6	- 1,7	- 10,3	- 13,3	- 11,9	- 19,8	25,6	4,0	1,9	11,4	14,7	13,1	21,9
1,450	- 28,4	- 3,4	- 1,1	- 11,6	- 16,3	- 14,5	- 24,2	26,5	3,2	1,0	10,8	15,2	13,5	22,6
1,400	- 34,3	- 4,1	- 1,2	- 14,0	- 21,0	- 18,7	- 30,5	27,6	3,3	1,0	11,2	16,9	15,0	24,5
1,350	- 41,1	- 6,0	- 2,5	- 17,8	- 28,2	- 25,3	- 39,5	28,8	4,2	1,7	12,5	19,7	17,7	27,6
1,300	- 48,7	- 5,3	- 1,0	- 19,4	- 34,5	- 30,9	- 47,9	30,0	3,3	0,6	12,0	21,3	19,0	29,5
1,250	- 54,0	- 6,0	- 0,7	- 22,9	- 45,3	- 40,9	- 61,3	29,4	3,3	0,4	12,5	24,7	22,3	33,4
1,200	- 64,5	- 3,8	+ 2,8	- 23,8	- 57,7	- 52,2	- 76,7	31,1	1,8	1,4	11,5	27,8	25,2	37,0
1,150	- 77,5	- 4,6	3,8	- 28,3	- 83,0	- 76,0	- 105,2	32,9	2,0	1,6	12,0	35,3	32,3	44,7
1,100	- 90,0	- 5,5	5,7	- 34,0	- 129,8	- 120,7	- 156,3	33,2	2,0	2,1	12,6	47,9	44,6	57,7
1,050	- 120,8	- 5,0	10,8	- 42,0	- 248,9	- 235,9	- 281,2	37,2	1,5	3,3	12,9	76,7	72,7	86,7
1,010	- 137,0	+ 4,7	30,4	- 56,2	- 627,8	- 610,2	- 671,6	32,4	1,1	7,2	13,3	148,6	144,4	159,0
Médias								28,1	2,9	2,0	11,4	31,7	29,4	39,7

7 — variante MANZANARES, com a modificação sugerida na Secção 3 e tomando para $\bar{S}_n$ o valor de S_n no extremo a jusante de cada lanço;

8 — nova variante, substituindo $\bar{S}_n$ pelo valor de S_n no extremo a jusante do lanço.

Visto que, tanto a variante MANZANARES, como a descrita na Secção 4, pressupõem a adopção da fórmula de CHÉZY para equação do movimento uniforme, só a comparação dos resultados a que elas conduzem com os da coluna 2 do Quadro 3 pode permitir avaliar a influência das hipóteses simplificativas introduzidas. É esta comparação que o Quadro 4 pretende facilitar.

Todavia, em virtude da fórmula de MANNING gozar, hoje em dia, de maior reputação, julgou-se que não seria descabido construir também

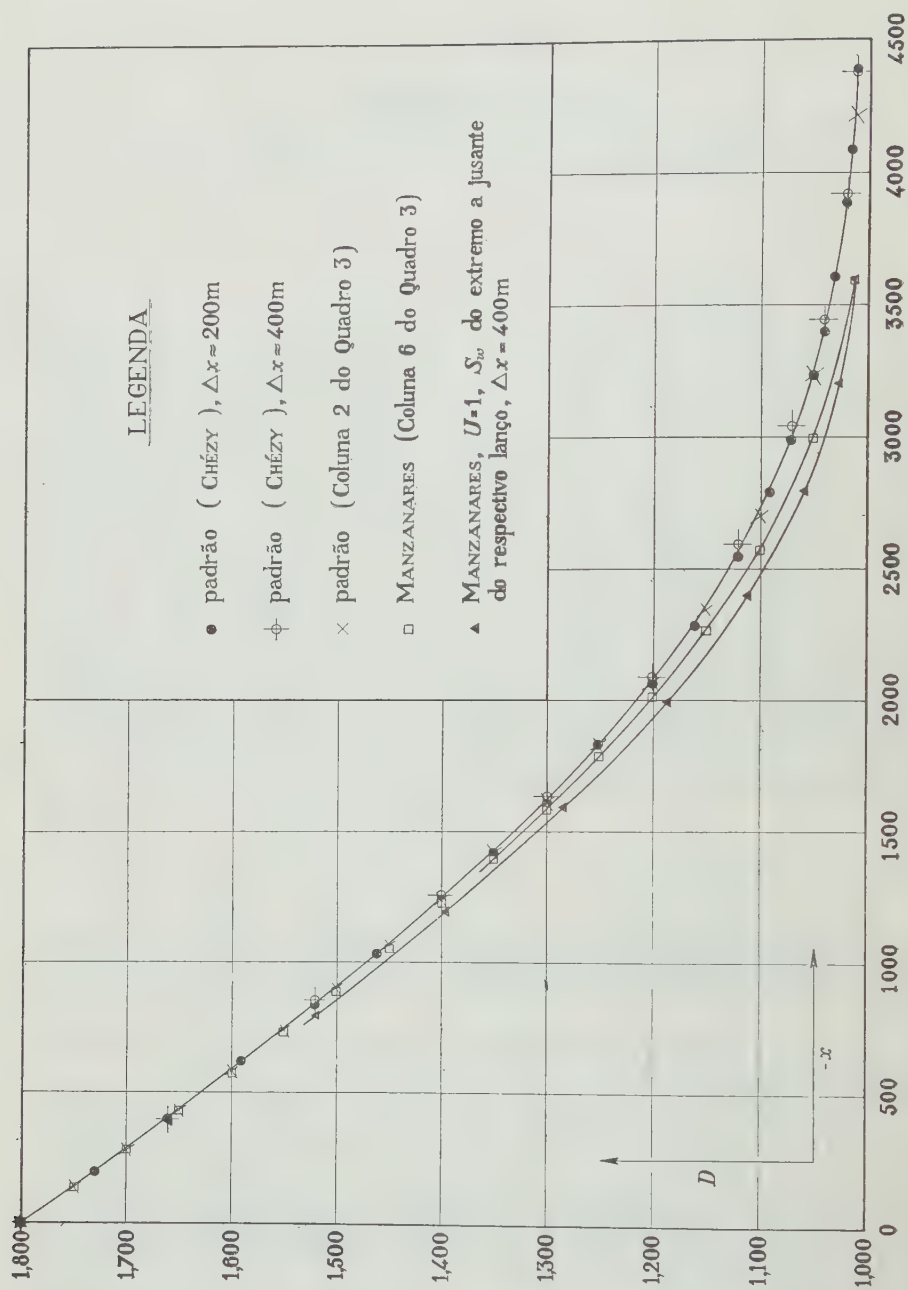


Fig. 2

QUADRO 5

Termo de comparação: 1

D	Desvios absolutos								Módulos dos desvios relativos (‰)							
	2	3	4	5	6	7	8		2	3	4	5	6	7	8	
1,750	3,0	2,9	3,1	2,0	1,9	2,1	1,0		21,4	20,7	22,1	14,3	13,6	15,0	7,1	
1,700	6,4	5,8	6,2	3,9	3,6	4,0	1,8		22,6	20,5	21,9	13,8	12,7	14,1	6,4	
1,650	10,0	8,6	9,3	5,6	5,0	5,6	2,1		23,4	20,1	21,7	13,1	11,7	13,1	4,9	
1,600	14,0	11,3	12,4	7,2	6,1	6,9	2,1		24,3	19,6	21,5	12,5	10,6	12,0	3,6	
1,550	18,4	13,9	15,4	8,6	6,7	7,8	1,5		25,2	19,1	21,1	11,8	9,2	10,7	2,1	
1,500	23,2	19,6	21,5	12,9	9,9	11,3	3,4		26,3	22,2	24,4	14,6	11,2	12,8	3,9	
1,450	28,4	25,0	27,3	16,8	12,1	13,9	4,2		27,2	24,0	26,2	16,1	11,6	13,3	4,0	
1,400	34,3	30,2	33,1	20,3	13,3	15,6	3,8		28,3	24,9	27,3	16,8	11,0	12,9	3,1	
1,350	41,1	35,1	38,6	23,3	12,9	15,8	1,6		29,6	25,3	27,8	16,8	9,3	11,4	1,2	
1,300	48,7	43,4	47,7	29,3	14,2	17,8	+	0,8	30,9	27,6	30,3	18,6	9,0	11,3	0,5	
1,250	54,0	48,0	53,3	31,1	8,7	13,1	-	7,3	30,3	26,9	29,9	17,4	4,9	7,3	4,1	
1,200	64,5	60,7	67,3	40,7	+	6,8	12,3	-	12,2	32,1	30,2	33,5	20,3	3,4	6,1	6,1
1,150	77,5	72,9	81,3	49,2	-	5,5	+	1,5	-	27,7	34,1	32,0	35,7	21,6	2,4	12,2
1,100	90,0	84,5	95,7	56,0	-	39,8	-	30,7	-	66,3	34,4	32,3	36,5	21,4	15,2	25,3
1,050	120,8	115,8	131,6	78,8	-	128,1	-	115,1	-	160,4	38,7	37,1	42,1	25,2	41,0	51,4
1,010	137,0	141,7	167,4	80,8	-	490,8	-	473,2	-	534,6	33,5	34,7	41,0	19,8	120,1	130,8
Médias									28,9	26,1	28,9	17,1	18,6	19,4	16,7	

o Quadro 5, em que os resultados são comparados com os da coluna 1 do Quadro 3.

Na Fig. 2, representam-se os diagramas distância-profundidade relativos a cinco processos de cálculo, três dos quais não estão incluídos no Quadro 3. Os pontos figurados pelos dois primeiros sinais da Legenda foram obtidos pelo processo padrão, adoptando para equação do movimento uniforme a fórmula de CHÉZY; tomaram-se valores de ΔD progressivamente menores, de modo que Δx pouco se afastasse, no primeiro caso, de 200 m, e, no segundo, de 400 m. Os pontos representados pelo último sinal da Legenda foram achados pelo processo gráfico de MANZANARES [5], fazendo $\Delta x = 400$ m.

Apenas uma conclusão de carácter geral parece poder inferir-se dos Quadros 3 a 5 e da Fig. 2: que a substituição de $\bar{S}_n$ pelo valor de S_n

num dos extremos do lanço é inadmissível e que, por conseguinte, o processo gráfico de MANZANARES não é satisfatório. Com efeito, a citada substituição, não só conduz a desvios relativos da ordem dos 15 % (Quadro 4), mas ainda, o que é talvez mais grave, introduz uma grande sensibilidade ao critério de partição das alturas ou das distâncias, que destrói completamente a coerência interna do método das diferenças finitas, evidenciada na Fig. 2 pelo facto de três maneiras diferentes de aplicar o processo padrão fornecerem pontos que, sem esforço, se podem considerar situados sobre a mesma curva.

Furtando-nos embora a conceder-lhes generalidade que a consideração dum único caso não justifica, talvez mereça a pena tirar ainda as seguintes conclusões, relativas a processos que utilizam as equações (223,11) e (223,14):

1) não se observa que a hipótese simplificativa da variante MANZANARES, com ou sem a modificação sugerida na Secção 3, afecte grandemente os resultados; pelo contrário, os números das colunas 2, 3 e 4 do Quadro 3 pouco se afastam uns dos outros;

2) a nova variante descrita neste trabalho, pelo menos para as curvas do Tipo M_1 em canais de secção trapezoidal, parece conduzir a resultados praticamente intermédios entre os fornecidos pelo processo padrão quando se adopta para equação do movimento uniforme ora a fórmula de CHÉZY, ora a de MANNING;

3) a influência da equação do movimento uniforme adoptada revela-se superior à da introdução das hipóteses $U=1$ ou $Y=1$.

7. Aparentamentos para o tabelamento das funções introduzidas pelos métodos de MONONOBE-MENDONÇA e de BAKHMETEFF-MATZKE.

As breves indicações dadas a seguir constituem um suplemento às fornecidas em C. R. e por BAKHMETEFF [1, p. 303-305].

Por conveniência de escrita, as notações aqui usadas são independentes das empregadas em C. R. e nas Secções anteriores do presente trabalho.

Designando por x a variável real positiva, e por q e r dois números inteiros que satisfazem às condições $r \geq 1$ e $q < r$, tem-se

$$\int \frac{x^q dx}{x^r + 1} = A + B + C + D + \text{const.}$$

e

$$\int \frac{x^q dx}{x^r - 1} = E + F + G + H + I + \text{const.}$$

As funções A , B , C e D podem obter-se do seguinte modo.

A) Para $q \geq 0$, é $A=0$. Para $q < 0$, A é dado por

$$A = \frac{x^{q+1}}{q+1} - \frac{x^{q+r+1}}{q+r+1} + \frac{x^{q+2r+1}}{q+2r+1} - \dots \pm \frac{x^{q+kr+1}}{q+kr+1} \mp \dots$$

Destes termos só existem aqueles em que o expoente de x é inferior a zero.

B) Esta parcela é nula, excepto quando há um inteiro $k \geq 0$ tal que é $q+kr+1=0$, o que, é claro, só pode suceder para $q < 0$. Neste caso, tem-se

$$B = \pm \log x.$$

Quando é $A=0$, deve tomar-se o sinal $+$. Sendo $A \neq 0$, o sinal de B é o contrário ao do último termo de A , suposto escrito da maneira acima adoptada.

C) Para r par, é $C=0$. Para r ímpar, C vale

$$C = \mp \frac{1}{r} \log (x+1).$$

Se for $q \geq 0$, o sinal de C é o de $(-1)^q$. Para $q < 0$, há dois casos a considerar. Se é $A=B=0$, C tem o sinal $-$. Caso contrário, o sinal de C é o oposto ao do termo anterior (B ou, quando B é nulo, o último termo de A).

D) Esta parcela é nula para $r=1$. Sendo $r \geq 2$, D tem o valor

$$D = \frac{1}{r} \sum_i L_i,$$

com

$$L_i = -\cos \frac{(2i+1)(q+1)\pi}{r} \log \left[x^2 - 2x \cos \frac{(2i+1)\pi}{r} + 1 \right] + \\ + 2 \sin \frac{(2i+1)(q+1)\pi}{r} \arctan \frac{x - \cos \frac{(2i+1)\pi}{r}}{\sin \frac{(2i+1)\pi}{r}}$$

O índice i toma os valores $0, 1, 2, \dots$, até ao maior inteiro inferior a $\frac{r-1}{2}$.

Mediante estas regras, não é difícil obter as equações (312,3) a (312,8) e (313,1) a (313,24) de C. R.

Vejamos agora como podem achar-se as funções E, F, G, H e I .

E) Esta parcela é nula para $q \geq 0$. Sendo $q < 0$, tem-se

$$E = -\frac{x^{q+1}}{q+1} - \frac{x^{q+r+1}}{q+r+1} - \frac{x^{q+2r+1}}{q+2r+1} - \dots - \frac{x^{q+kr+1}}{q+kr+1} - \dots$$

Destes termos só existem aqueles em que o expoente de x é inferior a zero.

F) É nulo, excepto quando há um inteiro $k \geq 0$ tal que se tem $q+kr+1=0$, o que, evidentemente, só pode acontecer para $q < 0$. Se assim for, tem-se

$$F = -\log x.$$

G) Vale sempre

$$G = \frac{1}{r} \log |x-1|.$$

H) Para r ímpar, é $H=0$. Para r par, é

$$H = \frac{(-1)^{q+1}}{r} \log (x+1).$$

I) Se for $r \leq 2$, I nulo. Para $r \geq 3$, é

$$I = \frac{1}{r} \sum_i M_i,$$

com

$$M_i = \cos \frac{2i(q+1)\pi}{r} \log \left(x^2 - 2x \cos \frac{2i\pi}{r} + 1 \right) - \\ - 2 \sin \frac{2i(q+1)\pi}{r} \arctan \frac{x - \cos \frac{2i\pi}{r}}{\sin \frac{2i\pi}{r}},$$

tomando o índice i os valores 1, 2, 3, ..., até ao maior inteiro inferior a $\frac{r}{2}$.

Mesmo no caso das funções com $(x+1)$ em denominador, não é difícil, por meio de conveniente mudança de variável, obter séries de rápida convergência na vizinhança de $x=1$.

Eis um exemplo.

Pondo

$$x = 1 - w,$$

vem

$$\frac{x}{x^3 + 1} = \frac{1 - w}{(1 - w)^3 + 1} = \frac{1 - w}{2 - 3w + 3w^2 - w^3} \\ = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{2}w - \frac{3}{4}w^2 - \frac{11}{8}w^3 - \frac{11}{16}w^4 + \dots \right),$$

donde resulta

$$\int_x^1 \frac{x \, dx}{x^3 + 1} = \int_0^w \frac{(1 - w) \, dw}{(1 - w)^3 + 1} \\ = \frac{w}{2} \left(1 + \frac{1}{4}w - \frac{1}{4}w^2 - \frac{11}{32}w^3 - \frac{11}{80}w^4 + \dots \right) \\ = \frac{1-x}{2} \left[1 + \frac{1}{4}(1-x) - \frac{1}{4}(1-x)^2 - \frac{11}{32}(1-x)^3 - \frac{11}{80}(1-x)^4 + \dots \right].$$

CITAÇÕES

- [1] BAKHMETEFF, Boris A.
1932 *Hydraulics of Open Channels*. 1st ed.; 3d impr. McGraw-Hill Book Co., Inc.; New York and London.
- [2] EYDOUX, D.
1921 *Hydraulique Générale et Appliquée*. Encyclopédie du Génie Civil et des Travaux Publics. J.-B. Baillièrre et Fils; Paris.
- [3] GUNDER, Dwight F.
1942 Profile Curves for Open-Channel Flow. *Proc. Amer. Soc. civ. Engrs* **68**(4): 535-541.
- [4] LAZARD, A.
1947 Contribution à l'étude théorique du mouvement graduellement varié en Hydraulique. *Ann. Ponts Chauss.*, n.º 2 (Mars-Avril), p. 185-219.
- [5] MANZANARES, Alberto Abecasis
1940 Movimento permanente gradualmente variado. Estudo Geral do Regolho. *Técnica, Lisboa* **8**: 74-90.
1941 Contribuição ao estudo de alguns problemas hidráulicos. *Bol. Ordem Engrs* **5**: 224-241, 266-271, 287-303, 325-340, 399-404.
- [6] MENDONÇA, P. de Varennes e
1945 *Curvas de Regolho* (Canais com leito cilíndrico de pequeno declive e rugosidade uniforme). Livraria Ferin, Lda.; Lisboa.

Sobre a fórmula de ISZKOWSKI para a determinação do caudal de máxima cheia ⁽¹⁾

pelo

Prof. P. DE VARENNES E MENDONÇA

da Cadeira de Mecânica Racional e Teoria Geral de Máquinas

Das inúmeras fórmulas empíricas ou semi-empíricas, propostas para a determinação do caudal de máxima cheia, a poucas foi dado conservar o favor dos técnicos. Apesar de ser das mais antigas, dentre elas se destaca a de ISZKOWSKI (1886), à qual ainda há pouco MANZANARES (1947) se referiu nos seguintes termos: «A fórmula de Iszkowski é talvez a que permite uma avaliação mais criteriosa, desde que seja aplicada com o necessário cuidado e depois de um conhecimento suficiente das características gerais da bacia. [...] A sua aplicação a diversos rios do nosso país tem fornecido resultados bastante razoáveis.»

Iszkowski (1886) adoptou a forma racional

$$Q_4 = c_h m h F.$$

Q_4 representa o caudal de máxima cheia, caudal máximo de cheia, caudal máximo absoluto ou *maximum maximorum* (Höchstwassermenge), expresso em metros-cúbicos-por-segundo; h designa a queda pluviométrica média anual ou altura de chuva anual média, em metros; F é a área, medida na carta, da bacia de apanhamento ou de alimentação ⁽²⁾

(1) Herrn Dr. P. Scherrer, Oberbibliothekar der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, und dem Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein Wien, deren Freundlichkeit ich ein Exemplar der Iszkowskischen Arbeit verdanke, möchte ich hiemit meinen besten Dank aussprechen.

Auch bin ich Frl. Dr. D. E. Grokenberger für ihre Hilfe bei der Erklärung sprachlicher Schwierigkeiten des Textes zu Dank verbunden.

(2) Há quem lhe chame bacia de recepção, mas este nome tem o defeito de ser empregado tradicionalmente para designar a parte superior do curso duma torrente.

(Niederschlagsgebiet), em quilómetros-quadrados; c_h e m são dois coeficientes, o segundo função unicamente de F e o primeiro dependente de várias características da bacia.

Segundo ISZKOWSKI, para bacias planas de área inferior a cerca de 100 km² e para bacias acidentadas de área inferior a cerca de 300 km², se acaso for $h < 1$, deve, na fórmula, pôr-se $h = 1$.

O aspecto empírico da fórmula está nos coeficientes c_h e m , que ISZKOWSKI procurou determinar a partir dos dados fornecidos por cerca

TABELA I
Escolha da categoria de terreno

Natureza do solo da bacia de apanhamento	F	Categoria
Extraordinariamente permeável; exemplos: formações jurássicas, depósitos pleistocénicos, areia grossa em região seca, etc.	< 1000	I
Muito permeável, com vegetação normal.	> 4000	Entre I e II.*
De permeabilidade média, com vegetação luxuriante.	1000 - 4000	
Terra lavrada.	< 1000	
De permeabilidade média ou um pouco inferior à média, com vegetação normal, em região plana ou levemente ondulada.	qualquer	II
De permeabilidade média, com vegetação normal, em região bastante acidentada.	> 1000	Entre II e III.*
	150 - 1000	
	< 150	III
Impermeável, com vegetação normal, em região de colinas ásperas ou montanhosa.	> 12000	II (Eventualmente entre I e II.)
	5000 - 12000	Entre II e III.*
	300 - 5000	III
	50 - 300	Entre III e IV.* †
	< 50	IV †
Muito impermeável, com pouca ou nenhuma vegetação, em região de montanhas ou colinas íngremes.	> 300	Entre III e IV.*
(Dum modo geral, nas condições que determinam um máximo escoamento.)	< 300	IV

* Mais ou menos próximo de um dos extremos, consoante o valor de F .

† Desde que os declives sejam acentuados. Caso contrário, inclui-se na categoria III.

de duas centenas ⁽¹⁾ de postos localizados nas bacias hidrográficas dos seguintes rios: Sena, Loire, Garona, Ródano, Reno, Ems, Véser, Elba, Óder, Vístula, Pregel, Memel, Adige, Danúbio e Dniestre; e ainda dos resultados obtidos por MICHAËLIS para os rios da Vestfália.

Na falta de elementos mais seguros, como seja o conhecimento do caudal real de máxima cheia numa outra secção do mesmo curso, ISZKOWSKI propõe os valores de c_h indicados na Tabela II. Para a escolha das «categorias de terreno», fornece as seguintes indicações, que procurei resumir na Tabela I:

«Als Substrata der Variation des Coëfficienten c_h wollen wir vier Grenzfälle unterscheiden, und zwar:

«a) Stark durchlassende Bodenarten mit normaler Vegetation oder gemischte (mittlere) Bodenarten mit üppiger Vegetation und das Ackerland — bei allen vorkommenden Bodenerhebungen.

«b) Die am häufigsten vorkommenden, gemischten (mittleren) Bodenarten mit normaler Vegetation im Hügelland und Gebirge, oder gleichgedachte, bis minder durchlassende Bodenarten mit normaler Vegetation im Flachlande und leicht wellenförmigem Terrain.

«c) Undurchlassende Bodenarten mit normaler Vegetation im steileren Hügelland und Gebirge.

«d) Sehr undurchlassende Bodenarten mit spärlicher oder gar keiner Vegetation in steilem Hügel- und Gebirgslande, sowie die für den Höchstwasserabfluss überhaupt ungünstigsten Verhältnisse.

«ad a) passt überhaupt die Kat. I, welche jedoch bei kleineren insbesondere vom Grundwasser durchnässten Flussgebieten zu geringe Wassermengen ergibt, weshalb es hier rathsam ist, anstatt der Kat. I die Kat. II anzuwenden und zwar je nach der Grösse des F , entweder selbstständig bis zur Maximalgrenze von $F = \text{ca. } 1000 \text{ km}^2$ oder von dieser Grenze an, jedoch selbstverständlich unter Beobachtung des allmäligen Ueberganges in Combination mit der Kat. I bis zur weiteren Maximalgrenze von $F = \text{circa } 4000 \text{ km}^2$, von welcher Grenze an die

⁽¹⁾ VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925) e GIANDOTTI (1937) afirmam que ISZKOWSKI se baseou no estudo de 289 cursos de água (GIANDOTTI diz mesmo *fiumi.*). Trata-se duma confusão proveniente do facto de figurarem na Tabela I de ISZKOWSKI (1886) — que, pela sua extensão, não é possível aqui reproduzir — 289 postos, localizados em outras tantas secções das redes hidrográficas dos rios mencionados no texto (Os 14 postos respeitantes aos rios da Vestfália são fictícios.). Não sei ao certo quantos, nem quais, foram os dados utilizados por ISZKOWSKI: — na citada tabela, para 46 postos não se indica o caudal de máxima cheia real; para 34, os respectivos valores estão seguidos de pontos de interrogação e, para 9, colocados entre parênteses, o que significa terem resultado de avaliações; a comparação entre os valores experimentais e os calculados pela fórmula faz-se apenas para 165 postos; e é preciso não esquecer que o artigo de ISZKOWSKI (1886) se refere a outras fórmulas além da que ocupa a nossa atenção.

TABELA II

Valores de c_h

[Reprodução fotográfica da tabela com o mesmo número de ISZKOWSKI (1886).]

Tabelle II. Die Abfluss-Coëfficienten c_m und c_h .

[c_m ist der normale mittlere Jahresabfluss-Coëfficient, zugleich Charakteristik der relativen Bodenerhebung. c_h ist der Abfluss-Coëfficient für Höchstwässer (Q_4).]

	Terrain-Kategorien in topographischer Beziehung	c_m	c_h für den variablen Terrain- zustand nach den Kategorien			
			I	II	III	IV
1)	Moräste und Tiefland.	0.2	0.017	0.030	—	—
2)	Niederung und flache Hochebene	0.25	0.025	0.040	—	—
3)	Theils Niederung, theils Hügelland	0.30	0.030	0.055	—	—
4)	Nicht steiles Hügelland	0.35	0.035	0.070	0.125	—
5)	Theils Mittelgebirge, theils Hügelland oder steiles Hügelland allein	0.40	0.040	0.082	0.155	0.400
6)	Bodenerhebungen wie: Arden- nen, Eifel, Westerwald, Vogels- berg, Odenwald und Ausläufer grösserer Gebirge je nach Steilheit variirend, im Mittel	0.45	0.045	0.100	0.190	0.450
7)	Bodenerhebungen, wie: Harz, Thüringer Wald, Rhön, Fran- ken-Wald, Fichtelgebirge, Erz- gebirge, Böhmer Wald, Lau- sitzer Gebirge, Erlitz-Gebirge, Wiener Wald etc., im Mittel	0.50	0.050	0.120	0.225	0.500
8)	Bodenerhebungen, wie: Schwarz- wald, Vogesen, Riesengebirge, Sudeten, Beskiden etc., im Mittel	0.55	0.055	0.140	0.290	0.550
9)	Hochgebirge je nach Steilheit. } max.	0.60	0.060	0.160	0.360	0.600
		0.65	0.070	0.185	0.460	0.700
		0.70	0.080	0.210	0.600	0.800

Die Zwischenwerthe sind durch geradlinige Interpolationen zu bestimmen.

Kat. I allein den unter *a*) gedachten Verhältnissen bei allen Flussgebieten entsprechen dürfte.

«Bei den Flussgebieten (F), welche kleiner sind, als ungefähr 1000 km^2 , findet die Kat. I allein nur bei ausserordentlich durchlassenden Bodenarten, wie z. B. die Juraformationen, Diluvialschotter, grober Sand in trockenem Terrain etc. Anwendung.

«(Zerklüftete Felsarten, welchen eine noch niedrigere Kategorie entsprechen würde, gehören nicht in den Kreis unserer Calcule.)

«ad *b*) passt die Kat. II überhaupt für alle Flussgebiete, sofern man mit flachen bis wellenförmigen Terrainarten zu thun hat; bei höheren Bodenerhebungen ist dagegen für kleine Gebiete bis zur Maximalgrenze von ca. $F=150 \text{ km}^2$ die Kat. II durch die Kat. III und von da an durch die Combination dieser beiden Kategorien bis etwa zu der Maximalgrenze von $F=1000 \text{ km}^2$ unter Beobachtung des allmäligen Ueberganges zu ersetzen, von welcher Grenze an die Kat. II allein den unter *b*) angeführten Verhältnissen auch bei höheren Bodenerhebungen am besten entsprechen dürfte.

«ad *c*) passt überhaupt die (bei flachem bis wellenförmigem Terrain überhaupt nicht mehr verwendbare) Kat. III ⁽¹⁾, welche übrigens allein bei höheren Bodenerhebungen nur bis zur Maximalgrenze von $F=\text{ca. } 5000 \text{ km}^2$ und von da an nur mehr in Combination mit der Kat. II bis zu weiterer Maximalgrenze von $F=\text{ca. } 12.000 \text{ km}^2$ unter Beobachtung des allmäligen Ueberganges verwendbar erscheint. Ausserhalb der letzteren Grenze tritt an Stelle der Kat. III die Kat. II, eventuell in Combination mit Kat. I.

«Analog dem ad *a*) und *b*) Angeführten, wird bei den unter *c*) gedachten Verhältnissen für kleinere, bedeutendes Gefälle aufweisende Gebiete bis zur Maximalgrenze von $F=\text{ca. } 50 \text{ km}^2$ anstatt der Kat. III die Kat. IV und von da an bis zur weiteren Maximalgrenze von $F=\text{ca. } 300 \text{ km}^2$ anstatt der Kat. III, deren Combination mit der Kat. IV — unter Beobachtung des allmäligen Ueberganges — in Anwendung kommen.

«ad *d*) passt die (im flachen bis hügeligen Terrain überhaupt nicht verwendbare) Kategorie IV, deren selbstständige Anwendung jedoch auch bei höheren Bodenerhebungen aufhört, sobald F grösser wird, als ca. 300 km^2 .

«Die als selbstverständlich gedachte Anwendbarkeit dieser Kategorie für grössere Gebiete als das letzterwähnte, gehört zu den äusserst seltenen Fällen, die übrigens sehr fraglich erscheinen.

«ad *a*) bis *d*). Die diesfälligen weiteren Combinationen der vier Kategorien, sowie die Berücksichtigung der sonstigen hier nicht näher erwähnten Umstände, welche auf die Gestaltung des Höchstwasserabflusses einwirken mögen, muss dem fallweisen Ermessen anheimgestellt werden.»

Indico agora a tradução que julgo preferível do texto da Tabela II:

<i>Cabeças</i>	{	esquerda: Características topográficas dos terrenos
		direita: c_h para as várias naturezas de terreno, conforme as categorias

⁽¹⁾ Na versão dada por MANZANARES (1947) da Tabela II, na 3.^a linha da categoria III figura $c_h=0,100$, o que está em desacordo com esta frase.

Pé: Os valores intermédios podem achar-se por interpolação linear.

Linhas:

- 1) Baixas ⁽¹⁾ e terrenos pantanosos.
- 2) Planuras ⁽²⁾.
- 3) Terreno em parte plano e em parte formado por outeiros e colinas ⁽³⁾.
- 4) Colinas não muito declivosas.
- 5) Colinas ásperas, ou então terreno em parte de colina e em parte de média montanha ⁽⁴⁾.
- 6) Elevações como Ardenas, Eifel, Westerwald, Vogelsberg, Odenwald, e faldas de serranias mais altas, conforme a inclinação das vertentes, em média ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ MAYER (1936) traduz *Tiefland* por «depressões extensas»; MANZANARES (1947) escreve «terras baixas»; VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925) e GIANDOTTI (1937) usam o termo *bassifondi*. Contudo, BANSE (1937, p. 132) afirma o seguinte: «Der Begriff Tiefland wird nicht von seiner Formfülltheit, sondern lediglich durch seine Höhenlage, nämlich unter 200 m Meereshöhe, umrissen.»

⁽²⁾ Quer dizer: terrenos aproximadamente planos, de qualquer altitude média. MAYER (1936) escreve «planícies ou terrenos ligeiramente ondulados». VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925), GIANDOTTI (1937) e MANZANARES (1947) põem «planícies e leves ondulações». Leiam-se, porém, HARMS (1930): «**Die Ebenen** sind entweder Tiefebene, unter 200 m (wenn unter dem Meeresspiegel liegend, Depressionen oder Erdsenken genannt), oder Hochebene, über 200 m.», e MACHATSCHEK (1934): «Unter einem Flachland verstehen wir einen ausgedehnten Teil der Landoberfläche mit sehr geringen (meist unter 200 m) Höhenunterschieden. Sind diese so gering, dass sie sich der unmittelbaren Wahrnehmung entziehen, so spricht man von einer Ebene. Die Unterscheidung von Tiefebene und Hochebene ist rein konventionell; immerhin ist es üblich, die 200 m-Isohypse als Grenze zu wählen;».

⁽³⁾ «Man kann ein Relief mit Höhenunterschieden von 100, ja selbst 200 m noch als Hügelland bezeichnen, wenn die Entfernungen zwischen Höhe und Tiefe sehr gross sind und damit die Böschungen ziemlich flach laufen.» (BANSE, 1937, p. 144-145).

⁽⁴⁾ Segundo PASSARGE (1929), *Mittelgebirge* significa elevações com diferenças máximas de cotas compreendidas entre 500 e 1000 metros.

Observe-se que, ainda segundo o mesmo autor, uma região de altitudes relativas entre 100 e 500 metros recebe o nome de *Bergland*. Será a este tipo de relevo que ISZKOWSKI se quer referir com a designação de «steiles Hügelland»? Parece apoiar esta hipótese a seguinte frase de BANSE (1937, p. 145); colocada logo após a transcrita na nota anterior: «Solch ein Relief erhält aber schon mehr den Charakter eines Berglandes, wenn die Böschungen sehr steil sind und damit Höhe und Tiefe nahe aneinander rücken.»

⁽⁵⁾ MANZANARES (1947) escreve: «Elevações entre 500 e 750 m.»

7) Elevações como Harz, Floresta da Turíngia, Rhön, Floresta da Francónia, Montes dos Pinheiros, Montes Metalíferos, Floresta da Boémia, Montes da Lusácia, Erlitzgebirge (Adlergebirge), Floresta de Viena, etc., em média ⁽¹⁾.

8) Elevações como Floresta Negra, Vosgos, Montes dos Gigantes, Sudetos, Beskidos, etc., em média ⁽²⁾.

9) Altas montanhas, consoante a inclinação das vertentes.

A Tabela III fornece m em função de F ⁽³⁾. O texto alemão que figura no pé pode traduzir-se do seguinte modo:

Os valores intermédios podem calcular-se por interpolação linear.

⁽¹⁾ Para MANZANARES (1947), «Elevações entre 750 e 1000 m». Não parece que este critério simplista seja satisfatório. ISZKOWSKI pretende, com os seus exemplos, indicar o tipo de relevo, em particular as altitudes relativas, não as absolutas (em relação ao nível do mar); assim é que o Harz atinge 1140 m de altitude absoluta (Brocken), os Montes Metalíferos chegam a 1275 m (Keilberg) e os Montes da Boémia a 1458 m (Grande Arber), ao passo que na Floresta da Francónia o ponto culminante não ultrapassa 830 m (Wetzstein).

⁽²⁾ MANZANARES (1947) indica: «Elevações entre 1000 e 1300 m». Todavia, os Vosgos atingem 1426 m (Ballon de Guebwiller), os Sudetos 1490 m (Altvater), os Montes dos Gigantes 1605 m (Schneekoppe) e os Beskidos 1720 m (Babia Gora).

⁽³⁾ Todas as reproduções que conheço desta tabela são pouco fiéis. Nas de VIAPPIANI (1915), WEYRAUCH (1930), MAYER (1936) e MANZANARES (1947), foi omitido o sinal $\leq$. Nas de VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925), GIANDOTTI (1937) e MANZANARES (1947), faltam as linhas relativas aos seguintes valores de F : 20, 30, 50, 60, 80, 90, 150, 250, 350, 1200, 1400 e 1800. O primeiro valor de m (10) está escrito na reprodução de MAYER (1936) 10,0; nas de VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925), GIANDOTTI (1937) e MANZANARES (1947), 10,00; e na de WEYRAUCH (1930), 10,000. Na de MANZANARES (1947) o valor de F 1600 transformou-se em 1000. Encontrei ainda as gralhas mencionadas no quadro abaixo.

Autores	F	m	
		na reprodução	no original
VIAPPIANI (1915) GREGORI (1925) GIANDOTTI (1937) MANZANARES (1947)	10	9,00	9,5
MAYER (1936)	2000	3,765	3,775
WEYRAUCH (1930) MAYER (1936)	3500	3,335	3,350
GREGORI (1925) GIANDOTTI (1937) MANZANARES (1947)	20000	2,903	2,909

TABELA III

Valores de m

[Reprodução fotográfica da tabela com o mesmo número de ISZKOWSKI (1886).]

Tabelle III. Der Modul (m) des Höchstwasser-Abflusses (Q_4), variirend nach der Grösse des Flussgebietes F (letzteres in Quadrat-Kilometern verstanden).

F	m	F	m	F	m	F	m
≤ 1	10	350	6.37	3.500	3.350	80.000	2.260
10	9.5	400	6.22	4.000	3.250	90.000	2.155
20	9.0	500	5.90	4.500	3.200	100.000	2.050
30	8.5	600	5.60	5.000	3.125	110.000	1.98
40	8.23	700	5.35	6.000	3.103	120.000	1.920
50	7.95	800	5.12	7.000	3.082	130.000	1.855
60	7.75	900	4.90	8.000	3.060	140.000	1.790
70	7.60	1000	4.70	9.000	3.038	150.000	1.725
80	7.50	1200	4.515	10.000	3.017	160.000	1.650
90	7.43	1400	4.320	20.000	2.909	170.000	1.575
100	7.40	1600	4.145	30.000	2.801	180.000	1.500
150	7.10	1800	3.960	40.000	2.693	190.000	1.425
200	6.87	2000	3.775	50.000	2.575	200.000	1.350
250	6.70	2500	3.613	60.000	2.470	225.000	1.175
300	6.55	3000	3.450	70.000	2.365	250.000	1.000

Die Zwischenwerthe sind durch geradlinige Interpolationen zu bestimmen.

Bemerkung. Der Modul m bezieht sich stets auf die Gesamtfläche F jenes Flussgebietes, dessen Höchstwasser-Abfluss gesucht wird, also auch in dem Falle, wenn dieses Flussgebiet F in mehrere Theile zerlegt wird, d. i. wenn $F = F' + F'' + F''' + \dots$ ist, wo dann die Formel $Q_4 = c_h m h F$ in die Form $Q_4 = m \Sigma (c_h' h' F' + c_h'' h'' F'' + c_h''' h''' F''' + \dots)$ übergeht und m nach der Tabelle III dem Gesamtwerthe F entsprechend, anzunehmen ist.

* 1,985 (V. texto).

TABELA IV

Valores de m

obtidos por adoçamento, a partir da Tabela III, da curva $m(F)$

F	m	$\frac{\Delta m}{\Delta F}$	F	m	$\frac{\Delta m}{\Delta F}$
≤ 1	10				
10	9,5	0,0 5556	3 500	3,336	0,0 ³ 228
20	9,0	5000	4 000	3,252	168
30	8,5	5000	4 500	3,196	112
40	8,20	3000	5 000	3,160	0,0 ⁴ 720
50	7,94	2600	6 000	3,112	480
60	7,75	1900	7 000	3,078	340
70	7,61	1400	8 000	3,052	260
80	7,51	1000	9 000	3,032	200
90	7,43	0,0 ² 8000	10 000	3,016	160
100	7,37	6000	20 000	2,890	126
150	7,10	5400	30 000	2,772	118
200	6,89	4200	40 000	2,661	111
250	6,71	3600	50 000	2,555	106
300	6,54	3400	60 000	2,455	100
350	6,37	3400	70 000	2,360	0,0 ⁵ 950
400	6,21	3200	80 000	2,269	910
500	5,90	3100	90 000	2,182	870
600	5,60	3000	100 000	2,098	840
700	5,35	2500	110 000	2,017	810
800	5,12	2300	120 000	1,938	790
900	4,92	2000	130 000	1,860	780
1 000	4,76	1600	140 000	1,783	770
1 200	4,520	1200	150 000	1,707	760
1 400	4,305	1075	160 000	1,632	750
1 600	4,125	0,0 ³ 9000	170 000	1,558	740
1 800	3,970	7750	180 000	1,485	730
2 000	3,840	6500	190 000	1,413	720
2 500	3,610	4600	200 000	1,342	710
3 000	3,450	3200	225 000	1,170	688
		0,0 ³ 2280	250 000	1,000	0,0 ⁵ 680

Os expoentes indicam o número de zeros após a vírgula; por exemplo: 0,0⁵760=0,00000760.

Observação. O coeficiente m refere-se sempre à *área total* da bacia cujo escoamento máximo se quer calcular, mesmo no caso desta bacia F ser decomposta em várias partes, isto é, quando se tem $F = F' + F'' + F''' + \dots$. Então a fórmula $Q_4 = c_h m h F$ transforma-se em $Q_4 = m \sum (c'_h h' F' + c''_h h'' F'' + c'''_h h''' F''' + \dots)$, devendo substituir-se m pelo valor que, segundo a Tabela III, corresponde à área total F .

Esta Tabela III merece reter a nossa atenção.

Em primeiro lugar, é evidente que o valor de m indicado para $F = 110\,000$ ($m = 1,98$) perdeu, por acidente tipográfico, a terceira casa decimal.

Que algarismo figuraria no manuscrito?

VIAPPIANI (1915), GREGORI (1925), WEYRAUCH (1930), MAYER (1936), GIANDOTTI (1937) e MANZANARES (1947) adoptaram a solução simplista de supor que 1,98 representa 1,980.

Na minha opinião, o número escrito por ISZKOWSKI foi 1,985. Baseio esta hipótese nas seguintes razões: 1) os valores de m da Tabela III, a partir de $F = 50\,000$, terminam alternadamente em 5 e 0; 2) 1,985 é a média aritmética de 2,050 e 1,920; 3) na sua Tabela I, ISZKOWSKI aponta para o posto n.º 199 (Elba em Vitemberga) $F = 116\,600$ (a única área entre 100 000 e 120 000 que nela figura) e $m = 1,942$; ora, 1,942 é o número que se obtém por interpolação linear entre 1,985 ($F = 110\,000$) e 1,920 ($F = 120\,000$), ao passo que o mesmo processo com $m = 1,980$ ($F = 110\,000$) conduziria a $m = 1,940$ para $F = 116\,600$.

Em segundo lugar, uma análise cuidadosa desta Tabela III mostra que, de acordo com ela, a função $m(F)$ teria «irregularidades» — reveladas por anulamentos e mudanças de sinal das segundas diferenças — que não parecem de admitir como correspondentes a factos reais. Isto me levou a fazer a tentativa de adoçamento apresentada na Tabela IV. Para facilitar a interpolação linear, que se considera suficientemente aproximada — excepto talvez entre $F = 4000$ e $F = 6000$ —, inscreveram-se nesta tabela também as razões incrementais $\Delta m / \Delta F$.

A soma dos desvios positivos dos valores de m da Tabela IV (aditivos) em relação aos correspondentes da Tabela III (subtrativos) é igual a 0,395; a soma dos desvios negativos vale -0,385. Por consequência, a média dos desvios é de $0,010/60 = 0,0001667$ e o desvio médio (média dos módulos dos desvios) de $0,780/60 = 0,013$.

A fim de verificar que os valores da Tabela IV concordam pelo menos tão bem como os da Tabela III com os dados experimentais reu-

nidos por ISZKOWSKI, vamos considerar os valores de m respeitantes a $F=100\,000$ (2,050 na Tabela III e 2,098 na Tabela IV), o par para o qual é máximo o desvio relativo (2,34 %). Na Tabela I de ISZKOWSKI (1886) há apenas um posto, o n.º 231 (Memel em Tilsit), cuja área respectiva vale $F=100\,000$; correspondem-lhe $h=0,620$, $c_h=0,040$ e o caudal real de máxima cheia $Q'_4=5142$ ⁽¹⁾; para $m=2,050$, resulta $Q_4=5084$ e $(Q_4 - Q'_4)/Q'_4 = -1,1$ %; com $m=2,098$, vem $Q_4=5203$ e $(Q_4 - Q'_4)/Q'_4 = +1,2$ %. O posto de área mais próxima é o n.º 218 (Óder abaixo da desembocadura do Warta), com $F=99273$, $h=0,550$, $c_h=0,032$ e $Q'_4=3862$; para $m=2,058$ (Tabela III), resulta $Q_4=3595,7$ e $(Q_4 - Q'_4)/Q'_4 = -6,9$ %; para $m=2,104$ (Tabela IV), vem $Q_4=3676,1$ e $(Q_4 - Q'_4)/Q'_4 = -4,8$ %.

OBRAS CITADAS

BANSE, Ewald

1937 *Lehrbuch der Organischen Geographie*. Walter de Gruyter & Co.; Berlin u. Leipzig.

GIANDOTTI, Mario

1937 *Idrologia Generale*. Biblioteca della Bonifica Integrale, Vol. III.: Idrologia della Bonifica Integrale, Parte I. S. A. G. Barbèra; Firenze. (p. 153-155).

GREGORI, Antonino

1925 *Sulla determinazione della portata massima dei corsi d'acqua naturali*. Ulrico Hoepli; Milano. (p. 33-39).

HARMS, H.

1930 *Allgemeine Erdkunde und Himmelskunde*. Erdkunde in entwickelnder, anschaulicher Darstellung, V. Bd., 6. Aufl. bearbeitet von J. Riedel. List & von Bressensdorf; Leipzig. (p. 138).

ISZKOWSKI, R.

1886 Beitrag zur Ermittlung der Niedrigst-, Normal- und Höchstwassermengen, auf Grund charakteristischer Merkmale der Flussgebiete. *Z. öst. Ing.- u. Archit.-Ver.* **38**(2): 69-98.

⁽¹⁾ A maior das três versões coligidas por ISZKOWSKI (4301, 4946 e 5142).

MACHATSCHEK, Fritz

- 1934 *Geomorphologie*. 2. Aufl. B. G. Teubner; Leipzig u. Berlin. (p. 61).

MANZANARES, Alberto Abecasis

- 1947 *Hidraulica Aplicada* — 1.^a Parte: Introdução, Precipitações e escoamentos, Estudo e previsão de caudais. Lisboa. (Ciclostilo). (p. 106-108).

MAYER, Ruy

- 1936 Notas sobre o Problema da Avaliação do Escoamento. *An. Inst. sup. Agron.* **7**(2): 156-213.

PASSARGE, Siegfried

- 1929 *Morphologie der Erdoberfläche*. Jedermanns Bücherei. Ferdinand Hirt; Breslau. (p. 8).

VIAPPIANI, Antonio

- 1915 *Trattato di Idraulica Pratica*. 2^a ed. Ulrico Hoepli; Milano. (p. 60-63).

WEYRAUCH, Robert

- 1930 *Hydraulisches Rechnen*. 6. neubearbeitete u. vermehrte Aufl. von A. Strobel. Konrad Wittwer; Stuttgart. (p. 290-293).

Do movimento uniforme nos canais

pelo

Prof. P. DE VARNES E MENDONÇA

da Cadeira de Mecânica Racional e Teoria Geral de Máquinas

1. Introdução.

Nesta memória, a palavra «canal» é empregada como abreviatura da expressão «canal cilíndrico de secções perfeitamente idênticas, não só na forma, mas ainda na natureza do perímetro molhado».

Os problemas hidráulicos sobre movimento uniforme nos canais podem agrupar-se em duas categorias: de verificação e de dimensionamento.

Denomino problemas de verificação aqueles em que, sendo dadas, ou determinadas pelos dados, as características geométricas do canal, se pretende obter os elementos cinemáticos, em particular o caudal. Os problemas desta categoria são os únicos considerados no presente trabalho.

Os problemas de dimensionamento são os mais importantes. Mas é sabido que a frequência da sua indeterminação e a complexidade do cálculo directo obrigam, na maioria dos casos, a proceder por tentativas conduzidas pela marcha de verificação.

2. Classificação e nomenclatura dos tipos de secção.

À falta duma terminologia, já consagrada, capaz de definir sem ambiguidade os vários tipos de secção a considerar, adopto e proponho a seguinte.

Se a secção for limitada por uma linha convexa, direi que é *regular*. Caso contrário, será *irregular*.

A rugosidade pode ser, ou não, uniforme ao longo de todo o perímetro molhado. A secção de rugosidade uniforme denomina-se *simples* ou *composta*, consoante é regular ou irregular. Anàlogamente, quando

a rugosidade não é uniforme, a secção regular diz-se *mista* e a irregular *complexa*.

É bem conhecido que a maioria das equações, em particular as chamadas fórmulas práticas do movimento uniforme, é aplicável apenas às secções regulares.

Segundo BRESSE (1860, p. 200-202), já BELANGER ⁽¹⁾ tinha, mediante um exemplo, chamado a atenção para as «anomalias» das secções irregulares, nas quais o raio médio sofre, em certos intervalos, bruscas variações.

3. Equações gerais.

Consideremos a corrente uniforme que se escoia no canal. Seja Q o caudal, V a velocidade média, A a área da secção transversal, P o perímetro molhado, R o raio médio e r o coeficiente de rugosidade.

Imaginemos agora que a corrente global é formada por p correntes parciais. Sejam Q_i , V_i , A_i , P_i , R_i e r_i os respectivos caudais, velocidades médias, áreas das secções transversais, perímetros molhados, raios médios e coeficientes de rugosidade ($i=1,2,\dots,p$).

Designando por S o declive do leito do canal, podemos escrever o seguinte sistema de equações:

$$\begin{array}{l}
 \text{I)} \left\{ \begin{array}{l}
 1) \quad Q = AV, \\
 2) \quad V = f(r, R, S), \\
 3) \quad R = \frac{A}{P}, \\
 4_i) \quad Q_i = A_i V_i, \\
 5_i) \quad V_i = f(r_i, R_i, S), \\
 6_i) \quad R_i = \frac{A_i}{P_i} \quad (i=1,2,\dots,p), \\
 7) \quad Q = \sum_i Q_i, \\
 8) \quad A = \sum_i A_i, \\
 9) \quad P = \sum_i P_i.
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

⁽¹⁾ *Cours lithographié de l'École des Ponts et Chaussées*, 1850.

A forma da função f depende, é claro, da fórmula adoptada para equação do movimento uniforme.

O sistema I) compreende $(3p+6)$ equações e nele figuram $(6p+7)$ variáveis. A diferença entre o número de variáveis e o de equações é então $(3p+1)$.

Nos problemas de verificação, são sempre dados — ou calculáveis a partir dos dados — A , S , P_i e r_i , em número de $(2p+2)$. Faltam, portanto, $(p-1)$ dados (valores de variáveis ou equações suplementares) compatíveis e independentes, para que haja determinação.

4. Secções mistas.

41. Método aconselhado.

Neste caso, há uma decomposição natural do perímetro molhado nas p partes de diferente rugosidade. Mas, por outro lado, não parece existir qualquer razão teórica, nem experimental, para deixar de admitir que a corrente global, tal como sucede nos canais de secção simples, se comporta como um todo, definível geomêtricamente pelo raio médio e cinemáticamente pela velocidade média. Por consequência, o levantamento da indeterminação do sistema I) deverá ser feito de tal maneira que a equação 2) mantenha pleno significado físico e que a decomposição em correntes parciais apareça como um artifício de cálculo destinado a permitir avaliar o coeficiente médio de rugosidade r ⁽¹⁾.

Adoptemos para a equação 2) a forma

$$10) \quad V = a R^m S^{1/2},$$

com a dependente apenas da rugosidade e m constante, forma que engloba algumas das mais importantes fórmulas práticas ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Recorde-se que já BAZIN (1897) introduziu a sua «categoria intermédia, n.º 3 bis», respeitante à rugosidade de «paredes de natureza mista».

⁽²⁾ Para a fórmula de CHÉZY, $V = C \sqrt{RS}$ (com C dependente apenas da rugosidade), é $a = C$ e $m = 1/2$. Para a fórmula de MANNING, tem-se $a = 1/n$ (em unidades métricas), onde n é o coeficiente de rugosidade de GANGUILLET-KUTTER, e $m = 2/3$. Para a fórmula de GAUCKLER-STRICKLER, $V = k R^{2/3} S^{1/2}$, é $a = k$ e $m = 2/3$.

Então, podemos demonstrar que se consegue satisfazer às condições enunciadas juntando ao sistema I) as $(p-1)$ equações suplementares

$$11) \quad V_1 = V_2 = \dots = V_p.$$

Deste modo, tem-se

$$AV = \sum_i A_i V_i = AV_i,$$

donde

$$V = V_i.$$

Como A e P são dados, 3) fornece imediatamente R e, por conseguinte, o problema reduz-se ao cálculo do valor de a a introduzir em 2).

De

$$a R^m = a_i R_i^m,$$

tira-se

$$R_i = \left(\frac{a}{a_i} \right)^{\frac{1}{m}} R.$$

Então, sendo

$$A = RP = \sum_i A_i = \sum_i R_i P_i,$$

resulta

$$P = a^{\frac{1}{m}} \sum_i \frac{P_i}{a_i^{\frac{1}{m}}}$$

ou

$$12) \quad \frac{P}{a^{\frac{1}{m}}} = \sum_i \frac{P_i}{a_i^{\frac{1}{m}}},$$

equação que, por poder escrever-se

$$13) \quad a = \left(\frac{P}{\sum_i \frac{P_i}{a_i^{\frac{1}{m}}}} \right)^m,$$

demonstra o que se pretendia.

Tem-se, também,

$$14) \quad \frac{Q_i}{Q} = \frac{A_i}{A} = \left(\frac{a}{a_i} \right)^{\frac{1}{m}} \frac{P_i}{P} = \frac{\frac{P_i}{a_i^{\frac{1}{m}}}}{\sum_i \frac{P_i}{a_i^{\frac{1}{m}}}}.$$

42. Casos particulares.

421. Adoptando a fórmula de MANNING, 12), 13) e 14) adquirem os aspectos respectivos

$$12') \quad n^{\frac{3}{2}} P = \sum_i n_i^{\frac{3}{2}} P_i,$$

$$13') \quad n = \left(\frac{\sum_i n_i^{\frac{3}{2}} P_i}{P} \right)^{\frac{2}{3}}$$

e

$$14') \quad \frac{Q_i}{Q} = \frac{A_i}{A} = \frac{n_i^{\frac{3}{2}} P_i}{n^{\frac{3}{2}} P} = \frac{n_i^{\frac{3}{2}} P_i}{\sum_i n_i^{\frac{3}{2}} P_i}.$$

422. No caso de se empregar a fórmula de GAUCKLER-STRICKLER, 13) escreve-se

$$13'') \quad k = \left(\frac{P}{\sum_i \frac{P_i}{k_i^{\frac{3}{2}}}} \right)^{\frac{2}{3}},$$

forma particular estabelecida por EINSTEIN (1934).

423. Para a fórmula de CHÉZY, 13) transforma-se em

$$13''') \quad C = \left(\frac{P}{\sum_i \frac{P_i}{C_i^2}} \right)^{\frac{1}{2}},$$

que, segundo EINSTEIN (1934), é devida a SCHOKLITSCH ⁽¹⁾.

424. Em muitos estudos efectuados em canais de laboratório, as mais das vezes de secção rectangular, convém que o fundo e as paredes laterais sejam de natureza diferente. Interessa, então, «eliminar a influência das paredes», isto é, determinar o caudal que, por assim dizer, apenas sofre a acção retardadora do fundo.

No método que MÜLLER (1943, p. 88-94) denomina de EINSTEIN, usa-se a equação

$$14'') \quad \frac{Q_2}{Q} = \frac{k_1^{\frac{3}{2}} P_2}{k_2^{\frac{3}{2}} P_1 + k_1^{\frac{3}{2}} P_2}.$$

Obtém-se, como caso particular de 14), adoptando a fórmula de GAUCKLER-STRICKLER e fazendo $p=2$.

43. Crítica do 1.º método de STRECK.

STRECK (1929, p. 78-85; 1933, p. 80-87), na alínea *a*) ⁽²⁾ do seu Problema 15, considera um canal de secção trapezoidal com fundo de terra e taludes revestidos de empedrado. E resolve-o pelos dois métodos seguintes:

1.º método — A secção é dividida em três partes, mediante duas divisórias verticais fictícias que passam pelos pés dos taludes. Cada parte é tratada como a secção de um canal independente. A soma dos

⁽¹⁾ *Über Schleppkraft und Geschiebebewegung*, 1914. O processo indicado por FORCHHEIMER (1935, p. 76) e DE MARCHI (1939, p. 168), para $p=2$, equivale à adopção da equação 13'''); porém, estes autores, que não supõem C_1 e C_2 dependentes apenas da rugosidade, aconselham determiná-los em função do raio médio da secção global, o que não parece ter qualquer justificação.

⁽²⁾ *Niederwasser; Aguas bajas*.

caudais parciais fornece o caudal total. A velocidade média acha-se como quociente do caudal total pela área da secção global.

2.º método (*Vereinfachte Rechnung; Cálculo simplificado*) — Idêntico ao estudado em 41. Porém, STRECK não indica a maneira de calcular o coeficiente médio de rugosidade. Entende, estou em crer, que basta uma estimativa.

Depois de confrontar os dois resultados assim obtidos, STRECK (1929, p. 85) escreve: «Man ersieht, dass die zweite Berechnungsmethode fast zu dem gleichen Ergebnis führt, wie die erstere, also als genügend genau betrachtet werden kann.» ⁽¹⁾

Esta frase parece significar que STRECK julga o 1.º método mais exacto que o 2.º.

Sem pretender contestar que, de facto, em muitos casos concretos, os dois métodos conduzem a resultados praticamente equivalentes, vou mostrar que, pelo contrário, o 1.º método não resiste à crítica mais rudimentar e pode mesmo fornecer resultados manifestamente absurdos.

Para tal, comecemos por imaginar um canal de secção rectangular com paredes laterais de natureza diferente da do fundo. A aplicação do 1.º método levaria a concluir que a rugosidade das paredes não influa no caudal, porquanto as partes laterais, de áreas nulas, teriam também raios médios nulos.

Façamos, agora, a seguinte pergunta: — Como se usará o método no caso, por exemplo, de uma secção trapezoidal com os taludes inclinados para dentro?

Finalmente, notemos que qualquer processo de resolução de problemas sobre movimento uniforme em canais de secção mista deve, para que seja coerente, ser aplicável, por particularização, aos canais de secção simples. É o que se não dá com o método em causa. Consideremos um canal de secção trapezoidal isósceles com os taludes inclinados (para fora) a 1:1, largura no fundo b e profundidade igual a 1 m; seja $S=0,0004$ o declive do leito e $n=0,025$ o coeficiente de rugosidade de GANUILLET-KUTTER; adopte-se a fórmula de MANNING. Então, o caudal vale

$$Q = \frac{0,8 (1 + b)^{\frac{5}{3}}}{(2\sqrt{2} + b)^{\frac{2}{3}}},$$

⁽¹⁾ «Vemos que este 2.º método de cálculo conduce a resultados casi iguales que el 1.º, es decir, que puede ser considerado como suficientemente exacto.» [STRECK (1933, p. 87)].

ao passo que o emprego do 1.º método de STRECK conduz a

$$Q' = 0,4 (1 + 2 b).$$

A Fig. 1 mostra os diagramas do desvio absoluto

$$\Delta = Q' - Q$$

e do desvio relativo

$$\varepsilon = \frac{Q' - Q}{Q}$$

em função de b . Vê-se que, para as secções muito largas, ε é insignificante; é esta a razão por que no Problema 15 de STRECK (profundidade de 1,60 m e largura média de 42,40 m) os dois métodos conduzem a resultados praticamente idênticos.

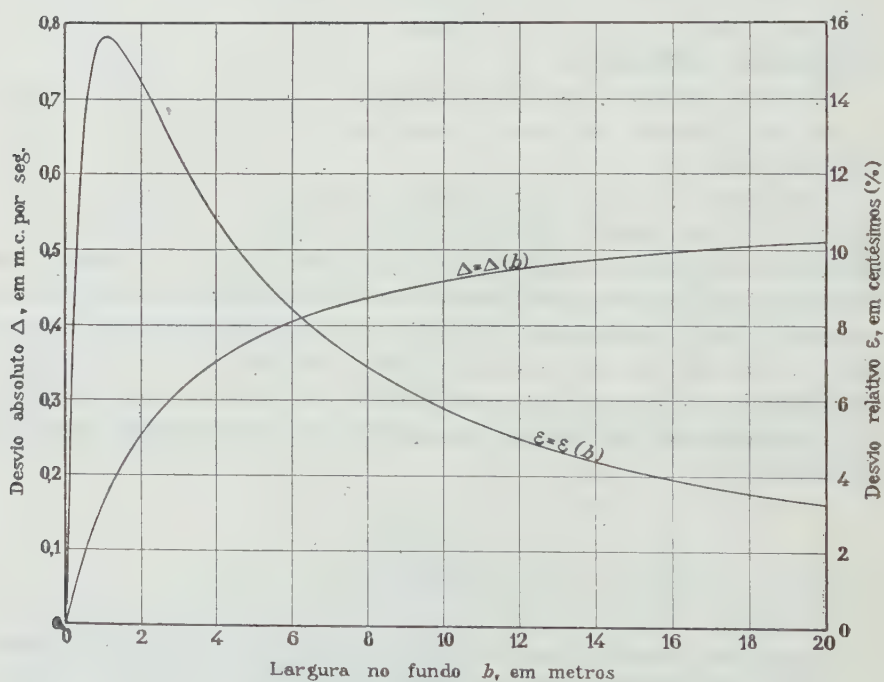


Fig. 1

Dispensamo-me de provar que o 1.º método é mais trabalhoso que o 2.º. Não só é fácil verificá-lo sobre um exemplo, mas ainda é o próprio STRECK que o reconhece ao denominar o 2.º método «cálculo simplificado».

Em resumo: o 1.º método de STRECK é inexacto, absurdo e inútilmente complicado.

5. Secções compostas.

Numa secção composta — revelam-no inúmeras observações experimentais, que seria ocioso aqui enumerar — a corrente global não se comporta como um todo. Se bem que a questão não possa considerar-se ainda completamente esclarecida, parece de admitir que tudo se passa como se no leito se escoassem várias correntes independentes.

Quanto ao número p destas correntes não há divergências de opinião: excede de uma unidade o das reentrâncias do contorno. Todos os autores concordam também em fazer passar as divisórias fictícias pelos pontos de máxima reentrância.

Quanto ao traçado das divisórias e ao cálculo dos perímetros molhados das secções parciais têm sido empregados os métodos seguintes:

a) Processo clássico — divisórias fictícias rectilíneas verticais cujos comprimentos não são adicionados aos perímetros molhados efectivos.

b) Divisórias verticais; a cada um dos perímetros molhados efectivos de duas secções parciais contíguas soma-se o comprimento da linha fictícia que as separa; aos perímetros molhados assim obtidos atribuem-se as rugosidades das suas partes reais [RUSSELL (1945, p. 282-283)] ⁽¹⁾.

c) Considerando que a acção do líquido adjacente sobre o movimento duma corrente parcial deve depender da velocidade relativa — ou melhor: da taxa de variação da velocidade perpendicularmente à superfície de separação —, EINSTEIN (1934) propõe que se tomem para divisórias fictícias as ortótacas ⁽²⁾ e que os seus comprimentos não entrem no cômputo dos perímetros molhados.

⁽¹⁾ É evidente que, para este processo, não é válida a equação 9).

⁽²⁾ As ortótacas ou linhas ortotáquicas — formas portuguesas da designação proposta por GELMETTI (1936) — são as trajectórias ortogonais das linhas isotáquicas.

Em muitos casos de importância prática, estes três processos conduzem a resultados equivalentes. Contudo, julgo não ser inútil procurar averiguar qual o preferível.

O método *b)* foi indicado por GRANTZ (1929) e HÉGLY (1933) após observações laboratoriais efectuadas sobre canais com secção de forma idêntica à representada na Fig. 3. Tendo verificado que o processo clássico fornecia caudais um pouco superiores aos reais, entenderam introduzir assim uma compensação correcta.

Para mostrar a incoerência deste método, vou considerar precisamente a forma de secção (Fig. 2) com que RUSSELL o exemplifica.

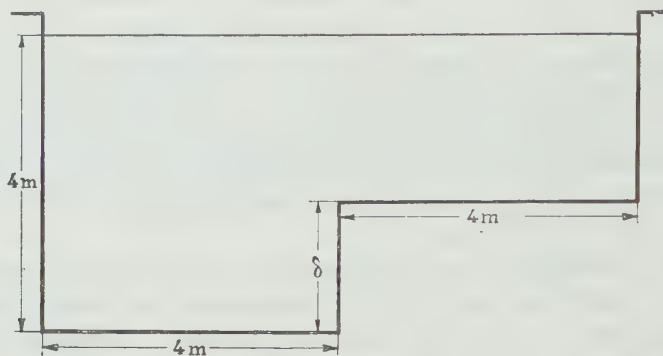


Fig. 2

Um método aceitável há-de poder usar-se qualquer que seja o des-nível δ ; em particular, o caudal achado, por meio dele, para $\delta=0$, deve coincidir com o calculado atendendo a que, nesse caso particular, a secção é simples.

Seja $S=0,0001$ o declive do leito, $n=0,020$ o coeficiente de rugosidade de GANUILLET-KUTTER e adopte-se a fórmula de MANNING.

Então, considerando a secção como simples, obtém-se: $A=4 \times 8=32$; $P=8+2 \times 4=16$; $R=32:16=2$; $R^{2/3}=1,5874$; $V=0,5 \times 1,5874=0,7937$ e $Q=32 \times 0,7937=25,398 \text{ m}^3/\text{s}$. Pelo processo *a)* ou *c)* ⁽¹⁾, vem $A_1=A_2=4 \times 4=16$; $P_1=P_2=4+4=8$; $R_1=R_2=16:8=2$; $R_1^{2/3}=R_2^{2/3}=1,5874$; $V_1=V_2=0,5 \times 1,5874=0,7937$;

⁽¹⁾ Por razão de simetria, é evidente que, neste caso, a ortótaca é rectilínea vertical.

$Q_1 = Q_2 = 16 \times 0,7937 = 12,6992$ e $Q = Q_1 + Q_2 = 2 \times 12,6992 = 25,398 \text{ m}^3/\text{s}$. Mas, pelo processo *b*), resulta: $A_1 = A_2 = 16$; $P_1 = P_2 = 4 + 2 \times 4 = 12$; $R_1 = R_2 = 16 : 12 = 4/3$; $R_1^{2/3} = R_2^{2/3} = 2,5198$; $2,0801 = 1,2114$; $V_1 = V_2 = 0,5 \times 1,2114 = 0,6057$; $Q_1 = Q_2 = 16 \times 0,6057 = 9,6912$ e $Q = Q_1 + Q_2 = 2 \times 9,6912 = 19,382 \text{ m}^3/\text{s}$.

Eliminado o método *b*) por incoerente e o *a*) por estar em desacordo com a experiência, resta como aceitável o de EINSTEIN. Enquanto observações laboratoriais efectuadas com a finalidade de o pôr à prova não provocarem a sua rejeição, tenho-o pelo preferível. Acrescentarei ainda que uma maneira prática de o aplicar consiste em supor as ortotáticas rectilíneas. É claro que, para lhes definir a direcção, será necessário orientar-se pelos dados experimentais sobre o aspecto das isotacas em secções idênticas ou análogas.

Chegamos ao problema da determinação do sistema I). A decomposição da secção permite achar os A_i . Ligados como estão pela relação 8), fornecem os $(p-1)$ dados independentes que tornam determinado o sistema I).

6. Secções complexas.

61. Método.

A resolução dos problemas sobre secções complexas efectua-se combinando o método das secções mistas com o das compostas.

Faz-se p exceder de uma unidade a soma do número de variações de rugosidade — encontradas ao seguir, de ponta a ponta, ao longo do perímetro molhado — com o número de reentrâncias que não coincidem com variações de rugosidade.

Se for $(q-1)$ o número de reentrâncias, haverá q correntes distintas a considerar. O traçado das divisórias permitirá achar as respectivas áreas $A_{(j)}$ ($j=1, 2, \dots, q$). Designando por $\alpha_j, \beta_j, \dots, \lambda_j$ os valores do índice i que cabem à corrente j , podem, portanto, escrever-se as q equações

$$15) \quad A_{(j)} = A_{\alpha_j} + A_{\beta_j} + \dots + A_{\lambda_j},$$

das quais, em virtude de 8), apenas $(q-1)$ são independentes.

Por outro lado, por cada uma das q correntes parciais dever ser

considerada como um todo, tem-se

$$16) \quad V_{\alpha_j} = V_{\beta_j} = \dots = V_{\lambda_j}.$$

As equações independentes 16) são em número de $(p-q)$.

Eis as $q-1+p-q=p-1$ equações suplementares que tornam determinado o sistema I).

A crítica atrás feita ao 1.º método de STRECK, então limitada à sua alínea a), é extensível, com as devidas correcções formais, às alíneas b) e c), para as quais a secção passa a ser complexa.

62. Exemplo.

Seja um canal com a secção transversal da Fig. 3, na qual é o metro a unidade de comprimento, e declive longitudinal $S=0,000460$. Suponhamos valerem $n_1=0,014$, $n_2=0,030$ e $n_3=0,017$ os coeficientes de rugosidade de GANGUILLET-KUTTER respeitantes às três diferentes naturezas do perímetro molhado. Pretende-se achar o caudal, adoptando para equação do movimento uniforme a fórmula de MANNING.

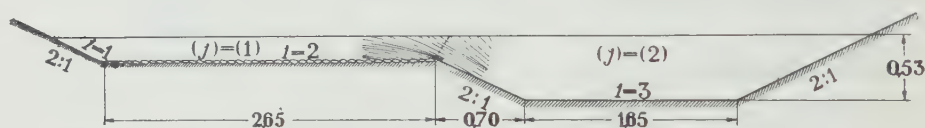


Fig. 3

Na Fig. 3 — de acordo com a gravura inferior da Estampa II de HÉGLY (1930), relativa a um canal muito pouco diferente do que estamos a considerar —, desenharam-se as isotacas na vizinhança do ponto de máxima reentrância do contorno. A ortótaca foi aproximada pelo segmento rectilíneo tracejado, cuja inclinação sobre o horizonte mede cerca de 58° .

Segue o cálculo que, pela sua simplicidade, julgo não necessitar comentário.

$$S^{1/2} = \sqrt{0,000460} = 0,021448$$

$$n_1^{3/2} = (0,014)^{3/2} = 0,0016565$$

$$n_2^{3/2} = (0,030)^{3/2} = 0,0051962$$

$$\cot 58^\circ = 0,62487$$

$$0,18 \cot 58^\circ = 0,11248$$

$$P_1 = 0,18\sqrt{5} = 0,18 \times 2,23607 = 0,40249$$

$$P_2 = 2,65$$

$$P_{(1)} = P_1 + P_2 = 0,40249 + 2,65 = 3,05249$$

$$n_{(1)} = \left(\frac{n_1^{3/2} P_1 + n_2^{3/2} P_2}{P_{(1)}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \left(\frac{0,016565 \times 0,40249 + 0,0051962 \times 2,65}{3,05249} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,02817$$

$$1/n_{(1)} = 35,4988$$

$$A_{(1)} = 0,18 \times (0,18 + 2,65 + 0,05624) = 0,51952$$

$$R_{(1)} = A_{(1)}/P_{(1)} = 0,51952 : 3,05249 = 0,1702$$

$$R_{(1)}^{2/3} = (0,1702)^{2/3} = 0,3071$$

$$V_{(1)} = \frac{1}{n_{(1)}} R_{(1)}^{2/3} S^{1/2} = 35,4988 \times 0,3071 \times 0,021448 = 0,23382$$

$$Q_{(1)} = A_{(1)} V_{(1)} = 0,51952 \times 0,23382 = 0,1215$$

$$A_{(2)} = A_3 = 0,18 \times (0,70 - 0,05624) + (0,35)^2 + 0,53 (1,65 + 0,53)$$

$$= 1,39378$$

$$P_{(2)} = P_3 = (0,35 + 0,53)\sqrt{5} + 1,65 = 0,88 \times 2,23607 + 1,65 = 3,61774$$

$$R_{(2)} = A_{(2)}/P_{(2)} = 1,39378 : 3,61774 = 0,3853$$

$$R_{(2)}^{2/3} = (0,3853)^{2/3} = 0,5295$$

$$1/n_{(2)} = 1/n_3 = 1 : 0,017 = 58,8235$$

$$V_{(2)} = \frac{1}{n_{(2)}} R_{(2)}^{2/3} S^{1/2} = 58,8235 \times 0,5295 \times 0,021448 = 0,66804$$

$$Q_{(2)} = A_{(2)} V_{(2)} = 1,39378 \times 0,66804 = 0,9311$$

$$Q = Q_{(1)} + Q_{(2)} = 0,1215 + 0,9311 = 1,053 \text{ m}^3/\text{s}.$$

OBRAS CITADAS

BAZIN, H.

- 1897 Étude d'une nouvelle formule pour calculer le débit des canaux découverts. *Ann. Ponts Chauss.*, 1^e partie, 7^e série, 7^e année, 4^e trimestre, p. 20-70.

BRESSE

- 1860 *Cours de Mécanique Appliquée*. 2^e partie — Hydraulique. Mallet-Bachelier; Paris.

DE MARCHI, Giulio

- 1939 *Idraulica*. Vol. I, 2^a ed., Parte II. Ulrico Hoepli; Milano.

EINSTEIN, A.

- 1934 Der hydraulische oder Profil-Radius. *Schweiz. Bauztg.* 103(8): 89-91.

FORCHHEIMER, Ph.

- 1935 *Elementos de Hidráulica*. Trad. de la 2.^a ed. alemana por M. Lucini. 2.^a ed. Manuales Técnicos Labor. Editorial Labor, S. A.; Barcelona, Madrid, Buenos Aires.

FREEMAN, John R. (Editor)

- 1929 *Hydraulic Laboratory Practice*, comprising a translation, revised to 1929, of *Die Wasserbaulaboratorien Europas*, published in 1926 by Verein Deutscher Ingenieure. The American Society of Mechanical Engineers; New York.

GELMETTI, Antonio

- 1936 Studio di una rappresentazione analitica del moto uniforme nelle correnti liquide. *Atti 8^o Congr. naz. Acque* (Padova, 12-16 ottobre 1935), p. 93-126. Associazione Idrotecnica Italiana; Milano.

GRANTZ, M.

- 1929 The Hydraulic Laboratory of the Technical University of Charlottenburg. In FREEMAN (1929, p. 401-413).

HÉGLY, V.-M.

- 1930 Note sur la répartition des vitesses dans un canal à profil complexe. Expériences exécutées au laboratoire du Saulcy (à Metz). *C. R. Soc. hydrotech. Fr.*, 43; Annexes au Procès-verbal de la séance du 14 février 1930. *Rev. gén. Élect.* 28(18): 519H-529H.
- 1933 Note sur la répartition des vitesses dans un canal à profil complexe. Expériences exécutées au laboratoire du Saulcy, à Metz. *C. R. Soc. hydrotech. Fr.*, 51; Annexe au Procès-verbal de la séance du 30 juin 1932. *Rev. gén. Élect.* 34(12): 655H-675H.

MÜLLER, Robert

- 1943 Theoretische Grundlagen der Fluss- und Wildbachverbauungen. *Mitt. VersAnst. Wasserb. Zürich*, 4.

RUSSELL, George E.

- 1945 *Hydraulics*. 5th ed. Henry Holt and Co.; New York.

STRECK, Otto

- 1929 *Aufgaben aus dem Wasserbau*. 2. Aufl. Julius Springer; Berlin.
- 1933 *Problemas de Hidráulica Aplicada*. Trad. de la 2.^a ed. alemana por J. Martínez Borso. Editorial Labor, S. A.; Barcelona, Madrid, Buenos Aires.

Ainda acerca da improdutividade na Amendoeira ⁽¹⁾

por

CARLOS REBELLO MARQUES DE ALMEIDA

Professor extraordinário do Instituto Superior de Agronomia

Em trabalho anterior (1945) revimos as causas internas e externas que, na amendoeira, dificultam a transformação da flor em fruto pelo que, na presente contribuição, nos limitamos a apreciar o grau de compatibilidade das novas consociações montadas para ampliar aquele trabalho.

Das 53 consociações agora estudadas, 32 integram-se no esquema dos ensaios anteriores e estabeleceram-se de forma a preferirmos para progenitores masculinos as castas em que verificáramos ocorrer o aborto da divisão redutora. As restantes referem-se às variedades importadas de Espanha, há uns anos atrás, e que só agora entraram em frutificação.

Neste último grupo não nos foi possível sistematizar o esquema dos ensaios prevendo as consociações inversas em virtude das plantas ainda serem bastante novas e existirem em número reduzido na colecção do Posto Agrário de Sotavento do Algarve.

Além destas consociações estudamos ainda a Côco Grado $\times$ Côco Miúdo (duas formas culturais da var. *fragilima* Fic. et P. Cout.) cujo resultado interessava do ponto de vista cário-citológico.

Os quadros que seguem resumem as combinações estabelecidas dentro do esquema dos ensaios iniciados em 1941 e as das castas espa-

(¹) Trabalho subsidiado pela Junta Nacional das Frutas.

nholas estudadas ultimamente. Naqueles quadros os sinais + indicam as consociações encaradas anteriormente e o sinal $\times$ as que agora estudamos.

Neste último grupo não nos foi possível sistematizar as consociações — prevendo as combinações inversas — em virtude das plantas ainda serem novas e existir um número reduzido de exemplares de cada uma das variedades.

Além destas consociações foi estudada também a Côco Grado $\times$ Côco Miúdo, cujo resultado interessava do ponto de vista cário-citológico.

	Galamba	Lobita	Boa Casta	Zorrinha	Draguinha	Desmayo	M. Fuzeta	José Dias	Fofana	B. Papagaio	Côco Grado	D. Estrada	Ferragudo	D. Amarelo	Lourencinha	José Salles	Charnequeira	M. Italiano	D. Italiano	Ferragudeira	Lizinha	Bonita	Convento
Galamba	+	+		+	+																		
Lobita	+	+	+	+	+																		
Boa Casta	+	+	+	+	+												+						
Zorrinha	+	+	$\times$	+	+																		
Draguinha	+	+		+	+																		
Desmayo						+	+	+	+		$\times$												
M. Fuzeta						+	+	+	+	$\times$	+	+	$\times$	+									
José Dias						+	+	+	+	$\times$	$\times$												
Fofana						+	+	+	+	$\times$	$\times$												
B. Papagaio							+	+		+	$\times$	+	$\times$	+	$\times$			$\times$					
Côco Grado							+	+	$\times$	+	+	+	$\times$	+									
D. Estrada							+				+	+	+	+	$\times$			$\times$	$\times$				
Ferragudo			+									+		+	+	+	+	$\times$		+		+	
D. Amarelo							+				+	+	+	+	+	+	+					+	
Lourencinha										$\times$		+	+	+	+	+	+	$\times$		+			
José Salles										$\times$	$\times$	+	$\times$	+	+	+	+			+			
Charnequeira		+	+									+			+	+	+			+			
M. Italiano										$\times$					+	+	+	+	$\times$	$\times$			
D. Italiano															+	+	+	+	+	$\times$	$\times$		
Ferragudeira														+		+			+	+	$\times$	+	
Lizinha																	$\times$	$\times$	+	+	+	+	+
Bonita													+		+			$\times$	+	+	+	+	+
Convento																		$\times$		+	+	+	+

	Pestaneta	Ribenton	Marcona	Côco Miúdo	Côco Grado	Ferragudo	Say. Herradura	José Dias	Molar Italiano	Molar da Fuzeta
Pestaneta	X	X	X							
Ribenton	X					X				
Côco Miúdo				X	X				X	
Pascuala				X		X				
Castelheta						X				X
Say. Herradura							X	X		
Marcona			X	X	X					

Material e Métodos

Os ensaios que relatamos foram levados a efeito no Posto Agrário de Sotavento do Algarve, em Tavira, e nas plantas mães que aquele Organismo possui em Barlavento.

Determinou-se o grau de compatibilidade das consociações através:

- 1) da percentagem de frutos vingados nas polinizações artificiais;
- 2) da rapidez com que o tubo polínico se encaminhou para o saco embrionário.

Nestes ensaios seguimos técnica idêntica à relatada em 1945.

Observações

1) Percentagem de frutos vingados nas polinizações artificiais.

A tabela seguinte resume os resultados obtidos nas polinizações efectuadas.

Amendoeira: Resultados das Polinizações Cruzadas

	Número de flores		Número de frutos	
	castradas	polinizadas	vingados	percentagem
B. Papagaio × C. Grado	435	232	65	28,0
× Ferragudo	466	322	120	37,2
× Lourencinha	500	379	86	22,7
× M. Italiano	500	307	70	22,8
× P. Natural	—	200	42	21,0
Pestaneta × Pestaneta	68	52	8	15,1
× Ribenton	213	102	66	64,7
× Marcona	54	33	6	18,1
× P. Natural	—	88	22	25,0
Pascuala × Ferragudo	344	244	41	16,8
× C. Miúdo	521	285	107	37,5
× P. Natural	—	86	38	44,1
Ribenton × Pestaneta	160	138	98	71,0
× Ferragudo	400	273	104	38,0
S. Herradura × S. Herradura	100	64	0	0,0
× J. Dias	150	88	0	0,0
M. Fuzeta × B. Papagaio	512	363	90	24,7
× Ferragudo	518	329	137	41,6
C. Grado × C. Grado	520	436	0	0,0
× C. Miúdo	536	475	0	0,0
× Fofana	514	317	6	1,8
× Ferragudo	400	349	11	3,7
× P. Natural	—	166	15	9,4
C. Miúdo × C. Miúdo	512	360	0	0,0
× C. Grado	500	447	0	0,0
× M. Italiano	523	350	16	4,8
× P. Natural	—	158	3	1,8
J. Dias × C. Grado	140	108	64	59,2
× B. Papagaio	130	112	40	35,7
× P. Natural	—	80	35	43,7
D. Italiano × Lizinha	500	318	86	27,0
× Bonita	500	279	136	48,7
× P. Natural	—	126	73	52,9
Fofana × C. Grado	196	120	40	33,3
× B. Papagaio	237	192	60	31,5
× P. Natural	—	90	45	50,0
D. Estrada × Lourencinha	138	120	36	30,0
× M. Italiano	123	108	24	22,1
× P. Natural	—	144	20	13,8

	Número de flores		Número de frutos	
	castradas	polinizadas	vingados	percentagem
J. Salles × D. Estrada	148	106	8	7,4
× D. Amarelo	222	202	58	28,6
× C. Grado	145	129	26	20,5
× P. Natural	—	152	30	19,7
Castelheta × M. Fuzeta	162	120	61	50,8
× Ferragudo	68	52	12	23,3
Desmayo × C. Grado	255	150	50	30,0
Ferragudo × Ferragudo	300	266	0	0,0
× M. Italiano	498	457	124	27,4
× C. Grado	674	394	110	27,9
× P. Natural	—	188	44	23,2
Lourencinha × C. Grado	676	342	134	39,2
× M. Italiano	458	154	66	42,8
× P. Natural	—	148	10	6,7
Marcona × Marcona	120	112	0	0,0
× C. Grado	201	148	10	33,5
× C. Miúdo	213	136	32	23,5
× P. Natural	—	88	41	46,6
M. Italiano × B. Papagaio	541	288	99	34,2
× Ferragudeira	511	267	87	32,1
× Lizinha	435	178	44	24,6
× P. Natural	—	160	44	27,4
Lizinha × D. Italiano	392	237	21	8,8
× M. Italiano	329	290	0	0,0
× P. Natural	—	150	17	11,3
Bonita × D. Italiano	309	262	4	1,5
× P. Natural	—	200	4	1,0
Convento × D. Italiano	325	298	29	10,8
× P. Natural	—	186	41	22,0
Zorrinha × B. Casta	326	271	44	16,2
× P. Natural	—	186	19	10,2
Ferragudeira × Lizinha	363	298	50	16,7
× P. Natural	—	200	30	15,7

Da tabela anterior verifica-se que das poucas castas em que se estudou a auto-fecundação só a Pestaneta mostrou ser sui-produtiva e ainda que das 53 consociações encaradas somente 3 se revelaram inter-

-incompatíveis. Nos ensaios de campo, dum modo geral, foi muito elevada a percentagem de frutos vingados.

A apreciação mais pormenorizada dos números referidos naquela tabela permite-nos afirmar:

A *Bico de Papagaio* (jordana) que em ensaios anteriores se mostrara landeira confirmou a sua produtividade.

No que se refere à *Pestaneta* os ensaios só oferecem relativa confiança em virtude de se basearem num número reduzido de flores. Chamamos a atenção para o facto desta variedade, que em trabalho anterior nos surpreendera pela elevada percentagem de flores anormais que apresentava, se ter revelado sui-produtiva. Esperamos, num futuro próximo, determinar a causa deste comportamento.

A variedade espanhola *Pascuala* mostrou-se muito produtiva em todas as hipóteses formuladas. Infelizmente não nos foi possível estudar a sua conduta quando autofecundada.

A *Ribenton*, não obstante a elevada percentagem de flores mal conformadas a que dá origem, produziu generosamente nas consociações estudadas. Em particular, a combinação *Ribenton* × *Pestaneta*, que já no sentido inverso se mostrara muito landeira, ocasionou a elevadíssima taxa de 71,0 % de frutos vingados.

Como as plantas da forma cultural *Sayalonga de Herradura* (trata-se duma variedade do tipo *Sayalonga* importada da povoação de Herradura, em Espanha) ainda se encontravam pouco desenvolvidas fomos obrigados a estabelecer ensaios baseados num número reduzido de flores. No entanto, o facto de não ter vingado nenhum fruto nas duas combinações previstas permite-nos afirmar, desde já, tratar-se duma amendoeira sui-improdutiva, provavelmente inter-incompatível com a José Dias.

A *Molar da Fuzeta*, uma das mais interessantes variedades nacionais, que estudáramos intensivamente em anos anteriores, confirmou a estima em que a temos.

Ao incluirmos nestes ensaios a variedade *Côco Grado*, variedade que em trabalho anterior verificáramos ser de origem híbrida, pretendíamos confirmar o nosso ponto de vista e obter material para o trabalho de melhoramento que íamos iniciar. Nenhuma das polinizadoras lhe garantiu, sequer, uma produtividade sofrível. A *Côco Miúdo*, em particular, revelou-se inter-incompatível com ela, conclusão esta que é reforçada pelo comportamento da consociação inversa.

O estudo da *Côco Miúdo* interessava-nos, pois pretendíamos esclarecer se as irregularidades observadas durante a divisão redutora se

confirmariam através duma menor produtividade. Estes ensaios reforçaram o nosso ponto de vista pois nenhuma das polinizadoras ensaiadas assegurou uma produtividade regular à Côco Miúdo.

Em ensaios anteriores verificáramos ser a *José Dias* muito produtiva e compatível com todas as castas com que foi consociada. Nos ensaios que agora apresentamos mais uma vez confirmou a sua produtividade em especial com a Côco Grado que lhe garantiu uma elevada percentagem de flores vingadas.

A *Duro Italiano* em consequência da sua época tardia de floração fora sumariamente estudada nos ensaios anteriores pelo que resolvemos ensaiá-la com as castas de floração tardia do Barlavento. Nestes ensaios a *Duro Italiano* manteve uma elevada produtividade em todas as consociações.

A *Fofana*, que anteriormente se comportara irregularmente, associámo-la com variedades em que se observa o aborto da divisão redutora de forma a esbater as relações de compatibilidade e a garantir-lhe, desta forma, uma produtividade mais constante o que, em parte, conseguimos.

No que se refere à *Duro da Estrada* a sua produtividade ficou garantida nas consociações que agora estabelecemos e que visavam a regularizar o esquema dos ensaios anteriores.

O alto valor cultural da *José Salles* levou-nos a estudar mais 3 novas consociações em que a sua produtividade ficou amplamente assegurada.

Importadas recentemente de Espanha, as plantas da variedade *Castelbeta* ainda se encontravam pouco desenvolvidas pelo que não nos foi possível estudá-las convenientemente; podemos, no entanto, afirmar que as consociações estabelecidas são compatíveis.

A rapidez com que se sucederam as fases do desabrochamento e da plena floração das amendoeiras precoces impediu-nos de estudar a *Desmayo* tal como seria de desejar. A própria consociação *Desmayo* × Côco Grado, cujo resultado nos interessava particularmente, teve de ser estudada recorrendo a um número reduzido de flores; contudo a percentagem de flores vingadas foi suficientemente elevada para nos permitir afirmar ser compatível.

Ainda com o fim de ampliarmos o estudo da *Ferragudo* estabelecemos mais duas consociações em que a associámos com a Côco Grado e com a Molar Italiano, castas que, em consequência do aborto da divisão redutora que nelas se verifica, lhe deveriam assegurar a produtividade. Os resultados alcançados confirmam a nossa hipótese.

Por razões semelhantes às referidas para a Ferragudo, ensaiámos o comportamento da *Lourencinha* quando polinizada pela Côco Grado e pela Molar Italiano e também se verificou aqui uma alta produtividade.

Em virtude dos motivos expostos quando do estudo das outras variedades de origem espanhola não pudemos estudar a *Marcona* com o desenvolvimento que desejávamos. Nestes ensaios limitámo-nos a verificar a sua sui-improdutividade e a determinar as suas relações de compatibilidade com a Côco Grado e Côco Miúdo que se revelaram duas boas polinizadoras daquela casta.

Em trabalho anterior dissemos ser bastante baixa a produtividade da *Molar Italiano*, baixa produtividade que relacionámos com as irregularidades meióticas observadas nas anteras fixadas no inverno de 1944-45. Esta circunstância levou-nos a considerar esta casta como menos interessante para o trabalho de fomento em curso. Note-se, todavia, que estas conclusões discordam dos resultados que agora relatamos, pois neles esta amendoeira frutificou generosamente.

Nestes ensaios a *Molar Italiano* foi consociada com duas variedades de floração tardia comuns na região de Barlavento e ainda com uma jordana tendo com todas elas frutificado generosamente.

Muitas das consociações que em seguida se apresentam foram estabelecidas com o critério de completar o esquema dos ensaios anteriores pelo que fomos obrigados a associar castas próprias do Barlavento com outras do Sotavento. Esta orientação prejudicou os ensaios em consequência da demora havida no transporte das flores entre Tavira e Portimão e por conseguinte os resultados dever-se-ão manter sob reserva até serem confirmados.

Dentro deste critério experimentámos as consociações da *Lizinha* com a Duro Italiano e Molar Italiano, mas a última consociação inutilizou-se em virtude da árvore não ter vingado fruto mesmo nas flores polinizadas livremente. Também não foram mais favoráveis os resultados obtidos na consociação da *Bonita* com a Duro Italiano se bem que a percentagem de frutos vingados fosse superior à da polinização natural.

Da mesma forma a percentagem de frutos vingados na consociação da *Convento* com a Duro Italiano foi prejudicada pela demora havida no transporte do pólen.

Finalmente as consociações da *Zorrinha* com a Boa Casta e *Ferragudeira* com a *Lizinha* demonstraram ser compatíveis.

2) O grau de afinidade determinado através da rapidez com que o tubo polínico se encaminhou para o saco embrionário.

É nosso hábito determinar o grau de afinidade das consociações a estudar não só através da percentagem de frutos vingados nas polinizações artificiais, mas também por meio da rapidez com que os tubos polínicos se desenvolvem nos tecidos condutores do estilete.

Por este processo procuramos determinar simultaneamente o grau de produtividade da consociação — expressa na taxa de flores que se transforma em fruto — e a relação de afinidade das castas associadas — avaliada pela velocidade com que o utrículo germinativo se encaminha para o saco embrionário.

Infelizmente, este ano, tivemos que alterar o nosso critério em consequência das irregularidades observadas na floração, o que nos obrigou a basearmos o estudo dalgumas consociações num número reduzido de flores. Nestas condições pareceu-nos contra-indicado desviar algumas dezenas de flores para o estudo do desenvolvimento dos tubos polínicos. Na impossibilidade de avaliar a produtividade preferimos estudar o fenómeno no todo e não na parte.

Nas páginas que seguem discutimos as relações de compatibilidade de 31 consociações de amendoeira, servindo-nos, para este estudo, dos elementos fornecidos pela conduta dos tubos polínicos nos tecidos condutores do estilete.

Bico de Papagaio. As observações feitas resumem-se no quadro que segue:

Comprimento médio do estilete: 12,30 mm	Polinizada por			
	C. Grado	Ferragudo	Lourencinha	M. Italiano
1. ^a Colheita	2,03	0,60	0,88	0,36
2. ^a Colheita	1,70	11,30	7,62	5,04
3. ^a Colheita	10,32	12,30	10,36	11,06
4. ^a Colheita	12,30	12,30	12,30	12,04

e dele se conclui: que qualquer das consociações estudadas é economicamente compatível; que uma delas, pelo menos, assegura, em condições normais, uma elevada percentagem de frutos vingados Bico de Papagaio $\times$ Ferragudo.

Pascuala. Os resultados do estudo laboratorial estão resumidos no quadro seguinte:

Comprimento médio do estilete: 11,70 mm	Polinizada por	
	Ferragudo	Côco Miúdo
1. ^a Colheita	—	1,52
2. ^a Colheita	—	11,00
3. ^a Colheita	9,42	11,70
4. ^a Colheita	11,70	11,70

O estudo laboratorial da consociação *Pascuala* × *Ferragudo* foi, em parte, prejudicado em virtude dos pistilos da 1.^a e 2.^a colheitas se terem inutilizado durante a maceração a que os submetemos. No entanto o comprimento médio atingido pelos tubos polínicos quando da 3.^a e 4.^a colheitas garantem-nos que a consociação é compatível e até económica.

A outra consociação experimentada — *Pascuala* × *Côco Miúdo* — é, pelo menos desde o ponto de vista teórico, muito interessante, pois os tubos polínicos começaram a atingir a região ovariana entre as 24 e as 48 horas seguintes à polinização.

É interessante relacionar a rapidez com que os tubos polínicos emitidos pelos grânulos de polen da *Côco Miúdo* se encaminharam para o ovário com o aborto da divisão redutora que se verifica na gametogenese desta casta. A duplicação cromosómica justifica inteiramente esta conduta.

Ribenton. Neste caso só nos foi possível estudar a consociação *Ribenton* × *Ferragudo*. A média das observações feitas, que atestam a compatibilidade da combinação, encontram-se resumidas no quadro seguinte.

Comprimento médio do estilete: 12,11 mm	Polinizada por Ferragudo
1. ^a Colheita	1,63
2. ^a Colheita	4,84
3. ^a Colheita	12,11
4. ^a Colheita	12,11

Molar da Fuzeta. As observações referentes às consociações Molar da Fuzeta $\times$ Bico de Papagaio e Molar da Fuzeta $\times$ Ferragudo estão resumidas no quadro seguinte.

Comprimento médio do estilete: 12,47 mm	Polinizada por	
	Bico de Papagaio	Ferragudo
1. ^a Colheita	0,72	1,71
2. ^a Colheita	7,69	10,10
3. ^a Colheita	10,90	12,47
4. ^a Colheita	12,47	12,47

daqui se verifica serem ambas as consociações economicamente compatíveis, pois nos dois casos observou-se a fecundação na totalidade dos pistilos observados quando da 4.^a colheita.

Côco Grado. Dadas as irregularidades meióticas observadas anteriormente era altamente interessante comparar os resultados conseguidos pelos dois métodos de trabalho que seguimos, a fim de se avaliar a produtividade (percentagem de frutos vingados) e da compatibilidade (expressa na rapidez do desenvolvimento dos tubos polínicos).

Como veremos o comportamento dos tubos polínicos nos tecidos condutores da Côco Grado não concorda, em absoluto, com a taxa de frutos vingados nos ensaios de campo. As observações feitas no laboratório estão resumidas no quadro que segue.

Comprimento médio do estilete: 11,29 mm	Polinizada por		
	Côco Miúdo	Fofana	Ferragudo
1. ^a Colheita	0,91	—	0,90
2. ^a Colheita	1,05	8,25	5,77
3. ^a Colheita	6,37	10,94	10,95
4. ^a Colheita	3,83	9,80	11,29

Examinando o comprimento médio atingido pelos tubos polínicos nas três consociações estudadas conclui-se: que a Côco Grado $\times$

Côco Miúdo é incompatível; que a Côco Grado $\times$ Fofana não obstante ser compatível não é de aconselhar, e que a última é economicamente de preconizar. Comparando o que agora dizemos com o que afirmámos atrás verifica-se que as disparidades que se observam resultam de se tratar dum caso em que a produtividade e a compatibilidade não condizem em consequência da esterilidade das células sexuais.

Côco Miúdo. Esta outra casta da variedade «*fragilima*» também se conduziu irregularmente nestes ensaios, se bem que nas combinações estabelecidas os tubos polínicos se desenvolvessem mais lentamente do que nas combinações em que figurou a Côco Grado. Não obstante, a conduta dos tubos polínicos de forma alguma justifica a improdutividade observada nos ensaios de campo.

A fim de facilitar a discussão resumimos no quadro que segue os resultados obtidos durante o estudo laboratorial.

Comprimento médio do estilete: 12,93 mm	Polinizada por		
	C. Miúdo	C. Grado	M. Italiano
1. ^a Colheita	0,99	0,15	0,48
2. ^a Colheita	5,36	3,84	—
3. ^a Colheita	2,77	3,43	7,30
4. ^a Colheita	4,36	8,65	9,14

Do exame do quadro anterior conclui-se que a Côco Miúdo é caracteristicamente uma casta sui-incompatível e se avaliarmos o grau de afinidade da consociação Côco Miúdo $\times$ Côco Grado pelo desenvolvimento dos tubos polínicos diríamos que estas amendoeiras, não obstante serem pouco afins, dever-se-iam assegurar mutuamente a transformação de algumas flores em fruto. Esta conclusão está em desacordo com os ensaios de campo.

A disparidade dos resultados obtidos pelos dois métodos de trabalho é sobretudo flagrante na consociação Côco Miúdo $\times$ Molar Italiano. Se bem que o comprimento médio atingido pelos tubos polínicos na 4.^a colheita fique bastante aquém do comprimento do estilete, a regularidade com que eles se encaminharam para o saco embrionário far-nos-ia supor que vingasse uma percentagem apreciável de fruto, o que se não verificou.

Duro Italiano. O estudo do desenvolvimento do tubo polínico nas duas consociações em que esta variedade figurou como progenitor feminino explica-nos, até certo ponto, a diferença de produtividade encontrada entre elas e a polinização natural. Como se vê no quadro seguinte, pelo menos numa das consociações, os tubos polínicos encaminharam-se com relativa lentidão para o saco embrionário e a combinação limita-se a ser compatível.

Far-se-á juízo mais exacto estudando os números condensados no quadro seguinte.

Comprimento médio do estilete: 12,20 mm	Polinizada por	
	Lizinha	Bonita
1. ^a Colheita	2,09	0,82
2. ^a Colheita	5,63	7,33
3. ^a Colheita	8,60	10,54
4. ^a Colheita	12,20	12,20

Ferragudo. As observações efectuadas durante o estudo laboratorial referentes a esta variedade estão condensadas no quadro que segue:

Comprimento médio do estilete: 8,86 mm	Polinizada por		
	M. Italiano	C. Grado	Ferragudo
1. ^a Colheita	1,63	5,61	2,48
2. ^a Colheita	6,11	8,55	6,57
3. ^a Colheita	6,48	8,86	8,40
4. ^a Colheita	8,86	8,86	8,40

O exame sumário dos comprimentos médios atingidos pelos tubos polínicos quando das 4 colheitas efectuadas demonstra-nos que as consociações com a Molar Italiano e com a Côco Grado são muito compatíveis. A consociação Ferragudo $\times$ Molar Italiano se bem que menos económica do que a Ferragudo $\times$ Côco Grado é ainda compatível.

De inteiramente anormal há a registar a conduta dos tubos polí-

nicos nos pistilos autofecundados, pois a forma como se comportam levar-nos-ia a supor ser esta variedade sui-produtiva. Esta hipótese está de acordo com o que noutra parte escrevemos (1945) pois então verificámos que os tubos polínicos se desenvolveram com tal regularidade que é de prever tratar-se duma variedade, que dentro do condicionalismo do Barlavento, possa vingar fruto quando cultivada estreme». Resta-nos explicar qual o motivo por que atingindo os tubos polínicos o saco embrionário a tempo de se dar a fecundação a flor não se transforma em fruto.

O estudo cário-citológico em curso nos dirá, possivelmente, qual a causa interna da improdutividade.

Lourencinha. A conduta do tubo polínico da Côco Grado nos tecidos condutores do estilete da Lourencinha encontra-se resumida no quadro que segue:

Comprimento médio do estilete: 10,81 mm	Polinizada por Côco Grado
1. ^a Colheita	0,92
2. ^a Colheita	4,38
3. ^a Colheita	10,81
4. ^a Colheita	10,81

Basta verificar que todas as lâminas referentes à 3.^a e 4.^a colheitas apresentam as extremidades dos tubos polínicos no saco embrionário para concluir ser a consociação Lourencinha × Côco Grado muito compatível.

Marcona. As observações laboratoriais referentes às 2 consociações em que esta variedade figurou como progenitor feminino encontram-se resumidas no quadro seguinte:

Comprimento médio do estilete: 10,57 mm	Polinizada por	
	Côco Grado	Côco Miúdo
1. ^a Colheita	1,57	2,50
2. ^a Colheita	5,23	10,07
3. ^a Colheita	10,57	10,57
4. ^a Colheita	10,57	10,57

A conduta dos tubos polínicos em ambas as consociações montadas é expressiva e demonstra-nos que tanto a Côco Grado como a Côco Miúdo asseguram uma produtividade económica à Marcona.

Molar Italiano. Ao discutirmos os resultados dos ensaios de campo pusemos em destaque a discordância verificada entre os ensaios desta primavera e os elementos reunidos nos anos anteriores. As elevadas percentagens de frutos vingados nestes ensaios asseguram-nos que as irregularidades meióticas não comprometeram a vitalidade dos gametas femininos senão num número reduzido de casos. Da mesma forma, não devemos esperar encontrar na conduta do tubo polínico razão que justifique esta disparidade; pois, como dissemos noutra parte, a baixa produtividade da Molar Italiano só é de atribuir a uma causa interna que provoque o aborto da divisão redutora com a consequente formação de gametas estéreis.

As observações efectuadas durante o estudo laboratorial encontram-se condensadas no quadro que segue:

Comprimento médio do estilete: 11,91 mm	Polinizada por		
	B. de Papagaio	Ferragudeira	Lizinha
1. ^a Colheita	2,47	1,33	2,88
2. ^a Colheita	6,60	7,44	6,97
3. ^a Colheita	11,91	10,81	10,98
4. ^a Colheita	11,91	11,74	11,91

Dum modo geral os resultados do estudo laboratorial confirmam os ensaios de campo e asseguram que as consociações estudadas são compatíveis.

Lizinha. Como dissemos atrás ao relator os resultados dos ensaios de campo referentes a esta variedade o seu estudo foi prejudicado em consequência da demora havida no transporte do pólen entre Sotavento e Barlavento.

O exame dos comprimentos médios atingidos pelos tubos polínicos não nos deixa perceber a desvitalização do pólen em resultado de não termos, para a obtenção das médias que nele figuram, aproveitado os pistilos em que os grânulos de pólen não germinaram. Este critério que adoptamos de longa data, parece-nos justo, pois não de-

vemos confundir a compatibilidade com as outras causas internas da improdutividade.

Resumimos no quadro que segue as médias das observações efectuadas durante o estudo do desenvolvimento do tubo polínico.

Comprimento médio do estilete: 10,87 mm	Polinizada por	
	Duro Italiano	Molar Italiano
1. ^a Colheita	0,41	0,00
2. ^a Colheita	6,81	7,60
3. ^a Colheita	10,87	10,18
4. ^a Colheita	10,87	10,69

Em face dos números atrás referidos parece-nos, portanto, lógico afirmar que ambas as consociações em que a Lizinha figurou como progenitor feminino são compatíveis.

Bonita. A demora havida no transporte do pólen de Tavira para Lagos prejudicou grandemente a única consociação em que a Bonita figurou como progenitor feminino. Apesar da percentagem de flores vingadas nesta consociação ser superior à verificada na polinização livre, o exame dos pistilos colhidos para estudo demonstrou-nos que ela não representa a produtividade da consociação em virtude de muitos grânulos de pólen se encontrarem desvitalizados.

No quadro que segue resumimos as observações realizadas durante o estudo laboratorial.

Comprimento médio do estilete: 8,07 mm	Polinizada por	
	Duro Italiano	
1. ^a Colheita	1,40	
2. ^a Colheita	4,79	
3. ^a Colheita	6,95	
4. ^a Colheita	4,95	

Examinando o comprimento médio atingido pelos tubos polínicos nas diferentes colheitas realizadas verificamos que a penetração do tubo polínico se fez com irregularidade. Pormenorizando, acrescentamos que os comprimentos médios ali referidos reflectem antes de mais

vários casos em que o grânulo de pólen depois de ter iniciado a germinação suspendeu, pouco depois, o desenvolvimento do tubo polínico.

As irregularidades referidas desvalorizam as conclusões que se possam tirar deste estudo o que não impede que possamos assegurar que a consociação Bonita $\times$ Duro Italiano não é incompatível.

Convento. Esta amendoeira também foi consociada com a Duro Italiano e por conseguinte acusa a desvitalização verificada no pólen desta última casta e a que nos referimos ao estudar a Bonita.

Este facto verifica-se na percentagem de frutos vingados nesta combinação, pois não alcançou 50 % da observada na polinização livre.

Para concretizar o nosso ponto de vista resumimos no quadro seguinte as observações efectuadas.

Comprimento médio do estilete: 10.00 mm	Polinizada por Duro Italiano
1. ^a Colheita	1,41
2. ^a Colheita	2,77
3. ^a Colheita	8,06
4. ^a Colheita	4,17

Apesar dos pistilos da Convento apresentarem um maior número de grânulos de pólen de que os da Bonita a marcha dos tubos polínicos fez-se irregularmente. Assim, na 3.^a Colheita mais de 50 % das lâminas observadas apresentavam o ovário atingido mas na 4.^a colheita os tubos polínicos nem sequer venceram metade da distância que separa o estigma da cavidade ovariana.

Em face dum desenvolvimento tão irregular não nos é possível avaliar do grau de compatibilidade desta consociação. Contudo as observações efectuadas durante a 3.^a Colheita permitem-nos afirmar que se trata duma consociação compatível.

Sumário e Conclusões

A fim de facilitar o exame dos resultados obtidos nestes ensaios e de os relacionar com os anteriores, resumimos nos quadros que seguem as conclusões a que chegámos tanto no Barlavento como no Sotavento e referentes aos ensaios dos anos de 1941 a 1945 inclusivé.

Naqueles quadros o grau de compatibilidade é expresso por sinais convencionais cujo significado é o seguinte:

- : absolutamente incompatível
- + : economicamente incompatível
- + : compatível
- + + : altamente compatível

Como dissemos ao estabelecermos estes ensaios procuravamos não só ampliar o número de consociações estudadas, mas também tentavamos determinar a natureza dos factores alelomórficos responsáveis pelas manifestações da compatibilidade, objectivo que não alcançamos em consequência dos casos de *sui-incompatibilidade* e *inter-incompatibilidade* serem pouco frequentes.

Procurando, contudo, ampliar as conclusões referidas no nosso trabalho de 1945 e pondo de lado o agrupamento que inclui as castas Galamba, Lobita, Boa Casta, Zorrinha e Draguinha em virtude de só o termos ampliado com o estudo de mais uma consociação, passamos a examinar a reunião das variedades Desmayo, Molar da Fuzeta, José Dias e Fofana agrupamento agora ampliado pela inclusão de duas novas polinizadoras — Bico de Papagaio e Côco Grado.

Tanto uma como outra destas amendoeiras, quando funcionando de progenitores masculinos pouco nos esclarecem sobre a natureza dos genes responsáveis pelo desenvolvimento do tubo polínico. É preciso não perder de vista que, pelo menos na Côco Grado, a frequência com que aborta a divisão redutora esbate as relações de compatibilidade fazendo prever que elas sejam afins com todas as outras castas.

Também as consociações em que a Bico de Papagaio figura como progenitor masculino pouco adiantam sobre a constituição genética deste grupo, pois verificou-se que ela assegurou a produtividade a todas as amendoeiras com que foi consociada.

De resto estas amendoeiras foram incluídas mais com o fim de obtermos elementos para o trabalho de melhoramento que projectávamos do que para esclarecer aquela dúvida.

Encarando agora o comportamento da Bico de Papagaio e da Côco Grado como progenitores femininos verificámos:

a Bico de Papagaio produziu regularmente em todas as combinações agora estudadas confirmando ser uma jordaná muito interessante cuja divulgação achamos de preconizar;

	Pestane-	Ribenton	Marcona	C. Miúdo	C. Grado	Ferragudo	S. Herradura	J. Salles	M. Italiano	M. Fuzeta
Pestane-	+	++	+							
Ribenton	++					++				
Marcona			-	++	++					
C. Miúdo				-	-				+	
Pascuala				++		+				
Castelheta						+				++
S. Herradura						-	-	-		

a Côco Grado, que já em anos anteriores fora cuidadosamente estudada, mostrou mais uma vez a sua baixa produtividade.

Conjuntamente estudámos com esta variedade a Côco Miúdo e verificámos:

que a consociação Côco Grado $\times$ Côco Miúdo é incompatível em qualquer dos sentidos em que a encaremos;

que, tal como a Côco Grado, a Côco Miúdo garantiu a produtividade de todas as amendoeiras por ela polinizadas. Esta particularidade das formas culturais de var. *fragilima* resulta do aborto da divisão redutora, que originando gametas não reduzidos acelera a penetração dos tubos polínicos. Esta conclusão confirma as observações efectuadas durante o estudo da divisão redutora destas amendoeiras e assume especial interesse quando se relaciona esta ocorrência com a probabilidade de se melhorar as formas culturais desta espécie.

No grupo de amendoeiras que inclui as variedades Duro da Estrada, Ferragudo, Duro Amarelo, Lourencinha e José Salles não se verificaram casos de inter-incompatibilidade, pelo que não nos foi possível agrupá-las segundo a sua afinidade.

Procuraremos, agora, examinar as relações de compatibilidade do quarto grupo que é formado pelas castas: Charnequeira, Molar Italiano, Duro Italiano, Ferragudo, grupo particularmente difícil em virtude de dois dos seus constituintes nos obrigarem a considerá-los à parte.

Sabendo que a divisão redutora da Molar Italiano decorre anormalmente, procurámos aumentar o número de combinações em que esta

amendoeira figurou como progenitor feminino e masculino e verificámos:

a Molar Italiano assegurou a produtividade a quase todas as amendoeiras com que foi consociada, o que se justifica em consequência de não serem raros os gâmetas não reduzidos;

figurando como progenitor feminino também garantiu o rápido desenvolvimento do tubo polínico de todas as castas com que foi emparelhada, no entanto o facto do ovário ser atingido a tempo de se dar a fecundação nem sempre significa que a flor se transforme em fruto. O aborto da divisão redutora da célula mãe do saco embrionário deve originar gâmetas tão desequilibrados que o zigoto resultante é frequentemente inviável.

Também comprovámos ser a Duro Italiano uma variedade sui-produtiva e inter-compatível com todas as amendoeiras com que a experimentámos. Mais uma vez as irregularidades meióticas explicam esta conduta.

Abstraindo destas duas variedades, o grupo apresenta-se homogéneo, pois todas as consociações são, mais ou menos, compatíveis. O único caso observado de inter-incompatibilidade não merece confiança, porquanto a consociação inversa se mostrou compatível.

Também o último grupo que inclui as variedades Lizinha, Bonita e Convento é constituído por consociações compatíveis. A rapidez de desenvolvimento dos tubos polínicos nem sempre concorda com a percentagem de frutos vingados; mas, as disparidades observadas são inteiramente admissíveis dentro de erro experimental destes ensaios.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, C. R. Marques de

1942 Um novo Método para o Estudo da Produtividade das Fruteiras. *Anais do I. S. A.* **13**:99-103.

1945 Acerca da Improdutividade na Amendoeira. *Anais do I. S. A.* **15**:7-148.

Algumas observações para a caracterização botânica dos híbridos *Richter* (*V. Berlandieri* $\times$ *rupestris*) ⁽¹⁾

por

LUIZ DE O. MENDES DA COSTA E SOUSA

Professor extraordinário do Instituto Superior de Agronomia

Embora os híbridos criados por Richter tenham obtido uma larga difusão no Sul da França, muito poucas são as referências bibliográficas francesas acerca destes porta-enxertos. Tendo sido esta nação a principal criadora e fornecedora dos *cavalos* para a reconstituição dos vinhedos devastados pela filoxera, compreende-se, por isso, que os *Richter* não adquirissem grande fama na viticultura europeia.

Não nos parece, todavia, que este facto deva atribuir-se à ausência de qualidades suas, mas sim a falta de experimentação capaz de decidir do seu verdadeiro valor.

Considerando o caso de Portugal, a experimentação não se fez, por um lado, em virtude do desconhecimento destes cavalos por parte do viticultor. Por outro lado, o facto de se considerar a percentagem de carbonato de cálcio como o factor mais importante na escolha do *cavalo*, habitua a relacionar-se com os terrenos muito calcáreos as melhores condições de adaptação dos porta-enxertos em que a *V. Berlandieri* participa como progenitor. Dentro de tal sistema, o emprego dos híbridos *Richter* encontra uma pequena oportunidade por serem restritos os solos fortemente calcáreos em Portugal.

Ainda que pouco espalhados na viticultura portuguesa, há já casos conhecidos de boas provas dadas por alguns destes híbridos, tanto em terrenos calcáreos como não calcáreos. Assim, no Posto Vitivinícola de Dois Portos o 99 R. e o 110 R. têm dado óptimos resultados em solos

(¹) Comunicação ao XVIII Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências — Córdova, 1944. O atraso da sua publicação é devido a não se haver feito a reunião dos trabalhos apresentados no habitual Livro do Congresso, facto de que só recentemente tivemos conhecimento.

argilosos. Informações colhidas pelo autor no concelho do Cartaxo, dão estes dois híbridos como excelentes cavalos para as várias castas e para os diversos tipos de terrenos do «bairro».

A Espanha possui já uma grande soma de indicações acerca do valor cultural dos híbridos *Richter*, nos aspectos referentes à adaptação e à afinidade. Numa valiosa comunicação apresentada ao «II Congresso Internacional da Vinha e do Vinho», realizado no ano de 1929 em Barcelona, Salmones e Lopes (1934) mostraram os bons resultados dos porta-enxertos 31 R., 99 R. e 110 R., quer sob o ponto de vista da sua afinidade para diversas castas de *V. vinifera*, quer sob o ponto de vista da sua adaptação a diferentes tipos de solos, como os secos e os argilosos. Recentemente Arrazola (1942) pôs também em destaque a importância destes cavalos.

Estes exemplos reforçam o ponto de vista anteriormente expandido pelo autor (1941) de que a escolha do porta-enxerto não deve fazer-se recorrendo ao critério simplista da sua resistência ao calcáreo. Por outro lado, há que considerar a influência da enxertia. Barjona de Freitas (1943) mostrou que o desenvolvimento radicular do cavalo varia conforme este vegeta de pé franco ou enxertado, e admite a possibilidade de ser necessário substituir, no ponto de vista cultural, «a noção da adaptação do porta-enxerto pela noção de adaptação do complexo garfo-cavalo».

Posto nestas bases, o problema da escolha do cavalo tem de ser determinado, simultaneamente, em função da região e da casta a utilizar como garfo.

Deve também recordar-se que a videira está sujeita a mutações de gomo, «bud-sports» ou mutações somáticas. Estas mutações são, segundo Husfeld (1943), muito mais numerosas do que poderia supor-se. Por isso, diz o mesmo autor, as antigas castas, que desde há muito têm sido propagadas vegetativamente, não representam tipos uniformes sob o ponto de vista genotípico, mas sim populações que resultaram, em primeiro lugar, de mutações somáticas.

Nestas condições quer para o sistemata, quer para o «melhorador», quer ainda para o viticultor, já não basta o conceito de *variedade* ou de *casta*, por exemplo: Para que os seus trabalhos resultem perfeitos, eles necessitam que o material a trabalhar seja o *clone*.

É dentro deste critério que está procedendo a Estação Agronómica Nacional, de colaboração com os organismos orientadores das actividades vitivinícolas portuguesas, na instalação de campos experimentais destinados a melhorar as condições técnicas e económicas da cultura

da vinha. A multiplicação dos cavalos é feita a partir de determinado pé do talhão de cada um dos porta-enxertos da colecção do Instituto Superior de Agronomia.

Limitando as nossas considerações ao âmbito desta comunicação, queremos apenas fazer salientar a importância deste método de trabalho nos estudos de sistemática da videira.

Como é sabido a expressão dos caracteres morfológicos desta planta está dependente de vários factores. A dificuldade de caracterização proveniente do elevado número de espécies, de variedades e formas cultivadas, soma-se a que resulta do facto dos caracteres variarem com a natureza heterozigótica da quase totalidade, se não totalidade das plantas do género *Vitis*, pois, além dos híbridos criados pelo Homem, as próprias espécies consideradas puras são na verdade híbridos naturais, mais ou menos complexos; e, ainda, a que deriva do aparecimento de mutações de gomo. Para o caso da enxertia, essa dificuldade é aumentada com a acção recíproca entre o *garfo* e o *cavalo* e, possivelmente, com o aparecimento de *quimeras* na zona de enxertia.

A criação de campos vitivinícolas dentro do molde que acima enunciamos, permitirá observar o efeito da variação dos caracteres morfológicos com os diversos factores e, deste modo, averiguar quais as características de maior valor taxonómico.

Supondo que os híbridos *Richter* virão a ter de futuro uma mais vasta expansão, tanto em Portugal como em Espanha, e dada a semelhança das características agro-climáticas de certas zonas dos dois Países, achamos que seria vantajosa uma apertada colaboração entre os organismos portugueses e espanhóis que se dedicam aos estudos viti-vinícolas, com o objectivo de esclarecer e ajuizar das melhores condições de cultura dos referidos cavalos.

Para que este pensamento seja atingido, o primeiro ponto a esclarecer é se existe uma correspondência entre as características botânicas de tais porta-enxertos ou, melhor, se se trata do mesmo material. Por isso, e também porque é muito pobre a bibliografia sobre a sua diagnose, julgámos que seria interessante trazer a este Congresso o resultado das nossas primeiras observações sobre a caracterização botânica dos híbridos 8 R., 31 R., 57 R., 60 R., 99 R. e 110 R.

Elas foram realizadas durante este ano na *Colecção de pés-mães americanos* do Instituto Superior de Agronomia, que, como já dissemos, está fornecendo o material para o estabelecimento dos novos campos experimentais.

Em relação às indicações actualmente existentes, só o 31 R., 57 R., o 99 R. e o 110 R. são considerados de importância como porta-enxertos. Supomos, todavia, que na revisão das características de adaptação a que vai proceder-se, os outros dois possam mostrar, também, valor cultural. Nos terrenos fortemente argilosos de origem basáltica, onde está instalada a Colecção do I. S. A., o 8 R. e o 60 R. apresentam um desenvolvimento vegetativo não inferior aos restantes.

Características usadas nas descrições

Nas descrições, seguimos o método já utilizado em trabalhos anteriores por Vasconcellos (1938), por Sousa (1939), e por Vasconcellos, Bárbara e Baptista (1941-1942).

Para a apreciação das características a descrever, usámos os termos definidos na *Flora de Portugal* (Coutinho, 1939), e em *Noções sobre a morfologia externa das plantas superiores* (Vasconcellos, 1944).

Estudou-se o abrolhamento, as estípulas, as gavinhas, os pâmpanos, as folhas novas e adultas, os cachos, os bagos e os sarmentos.

As observações das estípulas, das gavinhas e das folhas novas foram feitas ao mesmo tempo que as dos pâmpanos, quando estes tinham atingido cerca de 20 cm. Na mesma altura, fizemos uma ligeira comparação entre as flores, que nesta fase de desenvolvimento se encontram fechadas, quanto às características morfológicas das pétalas, mas como esta comparação não mostrou quaisquer diferenças significativas em relação às videiras em estudo, desistimos de proceder a uma análise mais cuidadosa e de registar os seus resultados. A circunstância porém, de apenas o 57 R. e o 99 R. terem frutificado, leva-nos a admitir a possibilidade de que existam diferenças entre estes e os restantes híbridos Richter quanto ao sexo das flores. Se assim for, tornar-se-á mais fácil a sua caracterização no decorrer do período vegetativo. Por isso, preferimos não apresentar as chaves dicotómicas para a classificação destas videiras, aguardando o próximo ano para esclarecer o ponto em questão.

Passamos a fazer algumas referências sobre as características usadas nas descrições.

Abrolhamento — À parte o aspecto da abertura do gomo, que segundo verificámos em trabalho anterior (1939) pode apresentar certo valor sistemático, todas as outras características do abrolhamento — desenvolvimento dos gomos em novo pânpano — podem apreciar-se

na extremidade do próprio pânpano, quando ainda pouco desenvolvido, nas folhinhas em pefolheação.

Registámos a coloração e a pubescência destas folhinhas. O seu lóbulo terminal apresentou notável desenvolvimento no 8 R. e no 31 R.; por isso mencionámos este aspecto.

Estípulas — Na sua descrição, atendemos à forma, consistência, coloração, pubescência e dimensão relativamente ao comprimento do pecíolo da última folha que tinha abandonado a posição de pefolheação, isto é, a primeira a contar da extremidade do pânpano.

Gavinhas — Nas gavinhas, apreciou-se a coloração, a pubescência e o aspecto da secção.

Pânpanos — Para o estudo morfológico dos sarmentos herbáceos, considerámos a coloração, a pubescência e o aspecto quanto à secção. Estas observações foram feitas na região correspondente aos quatro meritalos compreendidos entre a 1.^a e a 5.^a folhas, contando como 1.^a aquela que fica imediatamente abaixo das folhinhas em folheatura, embora não expandida nos casos observados.

Folhas novas — Observaram-se as cinco folhas mais próximas da extremidade do pânpano, contadas a partir desta e considerando como 1.^a folha aquela que tinha acabado de abandonar a posição de pefolheação, dobrada em goteira em todos os casos. Em cada uma delas se considerou o recorte principal, a coloração e a pubescência das duas páginas do limbo e do pecíolo.

Folhas adultas — Pelas razões que expusemos noutro trabalho (1939), considerámos para a observação das folhas completamente desenvolvidas as da parte média do sarmento. Registaram-se as características quanto a dimensões, relação entre comprimento e largura, forma, recorte principal e marginal, espessura, consistência, relevo e pubescência nas duas páginas. A descrição do pecíolo foi feita atendendo ao aspecto da secção, coloração e pubescência.

Das observações da folha adulta, apreciadas em presença da própria videira, algumas delas foram depois aperfeiçoadas com as:

Observações ampelométricas na folha — O método adoptado foi, na sua essência, o de Ravaz (1902). Embora tenhamos já a experiência

de que grande número dos elementos considerados por este autor não tem interesse sistemático em consequência da elevada amplitude de variação, julgámos vantajosa a sua medição não só por poderem ajudar a concretizar os resultados das observações directas, mas também para ficarmos de posse duma maior soma de elementos para apreciação rigorosa deste método.

De cada híbrido, colhemos 20 folhas da parte mediana do sarmento, considerando apenas aquelas que menos assimétricas se apresentavam. Procedemos assim para que as medições efectuadas apenas numa das abas, tal como em virtude da morosidade da aplicação do método costuma fazer-se, não fossem muito diferentes das que se obteriam na outra aba, e ainda por desejarmos aproveitar este mesmo material para o estudo comparativo entre este método e um outro que exige, quanto possível, a simetria da folha. Quando as folhas não eram rigorosamente simétricas, as medições foram feitas na aba mais desenvolvida.

Medições angulares — Considerámos os seguintes ângulos:

O ângulo $\alpha + \beta$ compreendido entre a nervura principal mediana, I_1 , e a nervura principal do lóbulo basilar, I_2 ; o ângulo γ entre esta nervura I_2 e a sua primeira ramificação, i , voltada para a margem da folha; e o ângulo, δ , que esta nervura faz com a sua primeira ramificação dirigida para o lado do seio peciolar. Para a medição destes ângulos desprezou-se o arqueamento das nervuras, tomando para lados dos ângulos as rectas definidas pela direcção dos troços nervais da base.

O valor dos ângulos foi determinado com um transferidor dividido em $0^\circ,5$ e um duplo decímetro. Fazia-se coincidir o centro do transferidor com o vértice do ângulo a medir, ao mesmo tempo que se collocava a linha definida pelo centro do transferidor e pela graduação 0° na direcção do troço basilar duma das nervuras; assentando o duplo decímetro sobre o transferidor e fazendo-o coincidir com a parte basilar da outra nervura determinava-se o valor do ângulo.

Medições lineares — Desprezando o arqueamento das nervuras, medimos: os comprimentos das nervuras principais I , I_1 e I_2 , respectivamente, dos lóbulos superior, médio e inferior; as distâncias S_1 e S_2 , do ponto peciolar, respectivamente, ao fundo do seio interlobar superior e ao fundo do seio interlobar médio; o comprimento, C , segundo a perpendicular à recta que une os vértices dos dentes, mais externos,

dos lobos basilares; a largura, *l*, da aba mais desenvolvida; e o comprimento, *P*, do pecíolo.

Julgámo-nos dispensados de avaliar o comprimento e a largura dos dentes, pois o simples exame visual nos mostrou a grande variação destas grandezas relativas, quando se considera a mesma folha. Nestas condições, o resultado dessas medições determinadas num só dente, não dá qualquer indicação a generalizar à folha; por outro lado, tornar-se-ia fastidioso determiná-la em vários dentes. Por isso, as referências feitas sobre as dimensões relativas dos dentes resultam apenas duma rápida observação directa.

Cacho — Nos híbridos que frutificaram, apenas o 57 R. e o 60 R., tomámos dois cachos de tipo médio, que foram descritos quanto ao tamanho, à forma e à densidade. Registou-se também o comprimento e o peso de cada um dos cachos.

Bagos — Para a descrição dos bagos atendemos ao tamanho, à forma, à coloração da película e à quantidade de lentículas; apreciou-se também a coloração da «lágrima». Determinámos o peso e o volume de 40 bagos. Em cada um deles mediu-se o comprimento e a largura, e calcularam-se as mínimas, as máximas e as médias destas dimensões.

Grainhas — Foram descritas de acordo com o tamanho, a coloração, a espessura do rafe, a forma e a situação desta no dorso, a nitidez do suco dorsal, e o aspecto do bico quanto à forma e ao desenvolvimento.

Dos 40 bagos que tinham servido para o estudo destes, extrairam-se as grainhas que foram contadas e pesadas em conjunto. Determinou-se também o peso de 40 grainhas. Estas foram medidas (comprimento, largura e espessura), tendo-se registado os valores limites e médios dos números obtidos.

Sarmentos — Nos pâmpanos completamente atempados, apreciámos a forma e o aspecto da secção, a coloração, a pubescência, a quantidade, grandeza e densidade das lentículas, e o intumescimento dos nós. Os gomos foram descritos tendo em atenção o seu volume, a forma, a coloração, a pubescência, e o ângulo que formam com o eixo do sarmento.

Descrições

8 R.

Abrolhamento com as folhinhas de coloração amarelada, tearâneas nas nervuras. (Mais seródio do que em qualquer dos outros híbridos Richter).

Estípulas sub-triangulares ou hemiovadas, escariosas, carminadas no ápice, com cerca de metade do comprimento do pecíolo da 1.^a folha.

Gavinhas castanho-avermelhadas, roliças, tearâneas.

Pâmpanos costado-estriados, de coloração verde numa das faces e verde-acobreada ou verde-acastanhada na outra, tearâneos.

Folhas novas sub-trilobadas ou não lobadas, com o lobo superior proeminente e o seio peciolar em V; página superior fracamente tearânea, acobreada e brilhante nas primeiras folhas e tearâneo-glabrescente ou glabrescente, verde escura na 5.^a folha; página inferior verde, acobreada e brilhante, com as nervuras tearâneas ou pubescento-tearâneas nas primeiras folhas e verde, com nervuras pubescentes e pequenos tufos axilares na 5.^a folha; pecíolo acobreado e tearâneo na 1.^a folha, tornando-se rosado escuro numa das faces, e tearâneo-pubescente na 5.^a.

Folhas adultas pequenas, mais compridas que largas, sub-cordiformes, ligeiramente sub-trilobadas ou ligeiramente sub-quinquelobadas, com os seios interlobares superiores pouco pronunciados e os medianos não evidentes, por vezes não lobadas; lobos crenados com os crenos mais largos que compridos e de mucrão pouco desenvolvido, amarelado ou acastanhado. Aurículas geralmente afastadas, seio peciolar em V com as «pernas» ligeiramente côncavas mas por vezes um tanto sobrepostas e então seio peciolar sub-ovado. Limbo mais ou menos dobrado em goteira, frequentemente ondulado na margem, um tanto espesso e áspero, sub-liso, verde escuro, com as nervuras pubescente-puberulentas na página superior, e verde claro, com nervuras pubescentes e tufos axilares, na página inferior. Pecíolo sub-costado, com goteira ventral, rosado escuro ou verde-acobreado, simultâneamente puberulento-pubescente e tearâneo ou apenas puberulento-pubescente.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	83°,5	117°,5
γ	36°,5	59°,5
δ	35°,5	56°,5
I	59 mm	89 mm
I ₁	58 mm	78 mm
I ₂	44 mm	62 mm
S ₁	53 mm	71 mm
S ₂	40 mm	58 mm
l	43 mm	63 mm
C	78 mm	112 mm
P	37 mm	83 mm

Sarmentos roliço-achatados nos meritalos da base, sub-poligonais e finamente estriados nos seguintes, puberulento-pubescentes, de coloração castanha mais ou menos clara, com lentículas não distintas; nós pouco intumescidos, achatados e convexos na face oposta aos gomos. Gomos pequenos ovoido-cônicos e achatados, de coloração acastanhada, e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

31 R.

Abrolhamento com as folhinhas de coloração verde-amarelada e brilhantes, tearâneo-cotanhilhosas nas nervuras.

Estípulas ovado-oblongas, escariosas, glabras, superiores a metade do comprimento do pecíolo da 1.^a folha.

Gavinhas verde-violáceas ou carminadas, fortemente tearâneas, roliças.

Pâmpanos costado-estriados, carminados numa das faces e verde-violáceos na outra, fortemente tearâneo-cotanhilhosos nos meritalos superiores e tearâneos nos inferiores.

Folhas novas sub-trilobadas ou sub-quinquelobadas com o lobo superior muito pronunciado, agudo, e o seio peciolar em U mais ou menos aberto; página superior amarelo-esverdeada, brilhante, com as nervuras ligeiramente tearâneas e pubescentes nas primeiras folhas, tornando-se menos brilhante, verde-amarelada, com as nervuras fracamente pubescentes nas seguintes; página inferior acobreada, brilhante, com as nervuras pubescentes e também tearânea a principal mediana na 1.^a folha, amarelo-esverdeada, vinosa na base das nervuras, menos brilhantes, e pubescentes nas seguintes; pecíolo revestido de indumento fortemente tearâneo-cotanhoso, branco.

Folhas adultas pequenas, geralmente tão largas como compridas, ligeiramente sub-trilobadas ou sub-trilobadas com os seios interlobares superiores pouco pronunciados e os medianos não evidentes, por vezes não lobadas; lobos crenados (não tanto como no 8 R.) com os crenos mais largos que compridos e de mucrão muito desenvolvido, amarelo-acastanhado. Aurículas geralmente afastadas, seio peciolar em U e menos frequentemente em V (mais aberto que no 8 R.), por vezes sobrepostas e então seio peciolar sub-ovado. Limbo dobrado em goteira, frequentemente ondulado na margem, sub-liso, verde-amarelado nos duas páginas e com as nervuras pubescento-puberulentas na página superior e esparsamente pubescentes, com tufo axilares, na inferior. Peciolo sub-rolço com goteira ventral, de coloração «pé de perdiz», tearâneo-cotanhoso ou esparsamente pubescente.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	80°,5	102°,5
γ	44°,5	59°,5
δ	41°,5	62°,5
I	74 mm	106 mm
I ₁	60 mm	98 mm
I ₂	49 mm	73 mm
S ₁	56 mm	87 mm
S ₂	42 mm	67 mm
l	47 mm	70 mm
C	94 mm	140 mm
P	38 mm	70 mm

Sarmentos de secção sub-arredondada, sub-lisos nos meritalos da base e finamente estriados nos seguintes, glabros ou tearâneo-flocosos, castanho-rosados, com pequenas lentículas dispersas e nós pouco intumescidos e achatados. Gomos pequenos, ovóide-cónicos e achatados, frequentemente tearâneo-cotanhosos, acastanhados, e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

57 R.

Abrolhamento com as folhinhas carminadas, tearâneo-pubescentes.

Estípulas sub-triangulares ou hemi-ovadas, escariosas, menores que metade do comprimento do pecíolo da 1.^a folha.

Gavinhas carminado-vinosas, tearâneas, roliças.

Pâmpenos costados nos meritalos superiores e poligonais nos inferiores, carminado-vinosos, tearâneos.

Folhas novas sub-quinquelobadas com o seio peciolar em U aberto; página superior vinosa-carminada, brilhante, tearânea, sobretudo nas nervuras, nas primeiras folhas, e verde-escura, baça e tearânea nas seguintes; página inferior vinosa-acobreada, brilhante, nas primeira folhas, tornando-se verde com as nervuras fracamente pubescentes na 5.^a folha; pecíolo vinoso, fortemente tearâneo ou tearâneo-pubescente nas primeiras folhas e pubescente-tearâneo nas seguintes.

Folhas adultas pequenas, sensivelmente tão largas como compridas, frequentemente sub-quinquelobadas ou quinquelobadas; lobos crenados com os crenos mais largos que compridos e de mucrão acastanhado. Aurículas afastadas, seio peciolar em U aberto. Limbo pouco ou nada dobrado em goteira, por vezes sub-ondulado, verde-escuro com as nervuras fracamente tearâneo-puberulentas na página superior e verde-claro, com as nervuras esparsamente pubescentes e tufo axilares na página inferior. Pecíolo sub-costado, com goteira e pubescente-puberulento na região ventral, castanho-violáceo.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	81°,5	162°,0
γ	42°,5	58°,5
δ	37°,5	58°,0
I	70 mm	96 mm
I ₁	65 mm	89 mm
I ₂	49 mm	60 mm
S ₁	35 mm	69 mm
S ₂	38 mm	61 mm
l	48 mm	61 mm
C	82 mm	114 mm
P	39 mm	75 mm

Cachos muito pequenos, mais ou menos cilíndricos, tochados.

Comprimento do cacho (em centímetros)	5,5	6,4
Peso do cacho (em grammas)	9,16	18,71

Bagos muito miudos, arredondados, tintos, não lenticulados; lágrima intensamente arroxead.

Peso de 40 bagos	15,83 g.
Volume de 40 bagos	17,00 c.c.

Dimensões do bago (em milímetros):

	Mínima	Máxima	Média
Comprimento	6,88	10,11	8,32
Largura	7,29	10,35	8,48

Grainhas medianas, muito bojudas, castanho-pardacentas com as fossetas amareladas e bico fortemente acastanhado; rafe estreito; calaza ovado-triangular, situada quase a meio do dorso; sulco dorsal indistinto entre o bico e a calaza; bico muito curto.

Número de grainhas em 40 bagos	73
Peso total destas grainhas	2,99 g
Peso de 40 grainhas	1,66 g

	Dimensões das grânhas (em mm)		
	Mínima	Máxima	Média
Comprimento	4,56	5,96	5,54
Largura	3,31	4,93	4,46
Espessura	2,14	4,61	3,36

Sarmento de secção elíptico-arredondada e sub-lisa nos meritalos da base, sub-arredondada e sub-estriada nos seguintes, glabrescentes, castanho-pardacentos ou castanho-claros com lentículas evidentes e densas, e nós pouco intumescidos, achatados. Gomos pequenos, ovoido-cónicos, acastanhados e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

60 R.

Abrolhamento com as folhinhas verde-vinosas, tearâneas nas nervuras.

Estípulas hemi-ovadas ou sub-triangulares, levemente acastanhadas, menores que metade do comprimento da 1.^a folha.

Gavinhas vinoso-avermelhadas, tearâneas, roliças.

Pâmpanos poligonal-costados, vinosos, tearâneos.

Folhas novas sub-trilobadas com o seio peciolar em V muito aberto, amarelo-vinosas e brilhantes em ambas as páginas e com as nervuras tearâneas na página inferior.

Folhas adultas pequenas ou sub-medianas, mais largas que compridas, sub-reniformes, não lobadas ou sub-trilobadas; lobos crenados, por vezes crenado-dentados com os recortes mais largos que compridos e de mucrão acastanhado. Aurículas muito afastadas, seio peciolar em forma de chaveta fechada. Limbo por vezes um tanto ondulado, verde-escuro, com as nervuras fracamente tearâneo-puberulentas, na página superior e verdes, esparsamente pubescentes, ou pubescento-tearâneas na página inferior. Peciolo sub-costado com goteira ventral, vinoso, puberulento-pubescente ou também fracamente tearâneo.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	70°,0	102°,5
γ	38°,0	65°,0
δ	32°,5	57°,0
I	81 mm	112 mm
I ₁	72 mm	105 mm
I ₂	58 mm	89 mm
S ₁	64 mm	92 mm
S ₂	54 mm	83 mm
l	51 mm	78 mm
C	86 mm	113 mm
P	41 mm	69 mm

Cachos muito pequenos, cilindro-cónicos, frouxos.

Comprimento do cacho (em centímetros)	12,5	12,3
Peso do cacho (em gramas)	8,87	8,88

Bagos muito miudos, arredondados, tintos, não lenticulados; lágrima arroxçada.

Peso de 40 bagos	16,44 g
Volume de 40 bagos	17 c.c.

	Dimensões do bago (em mm)		
	Mínima	Máxima	Média
Comprimento	7,26	10,48	8,25
Largura	7,65	11,09	8,59

Grainhas medianas, muito bojudas, sub-arredondadas, castanho-par-dacentas, castanho-alaranjadas e brilhantes na calaza e amareladas nas fossetas; rafe largo; calaza ovada, situada quase a meio do dorso; sulco dorsal indistinto entre o bico e a calaza; bico rapidamente atenuado, muito curto e delgado.

Número de grainhas em 40 bagos	48
Peso total destas grainhas	2,15 g
Peso de 40 grainhas	1,82 g

	Dimensões das grânhas (em mm)		
	Mínima	Máxima	Média
Comprimento	4,40	6,02	5,30
Largura	3,93	5,52	4,55
Espessura	2,86	3,83	3,48

Sarmentos de secção elíptico-arredondada e sub-lisa nos meritalos da base, arredondada e sub-estriada nos seguintes; puberulento-pubescentes, castanhos mais ou menos claros, pouco ou nada lenticulados, com nós pouco intumescidos e achatados. Gomos pequenos, ovoido-cónicos, achatados, acastanhados e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

99 R.

Abrolhamento com as folhinhas vinoso-carminadas, brilhantes e tearâneas.

Estípulas hemi-ovadas ou sub-triangulares, escariosas, levemente acastanhadas, menores que metade do comprimento do pecíolo da 1.^a folha.

Gavinhas vinoso-avermelhadas, tearâneas e roliças.

Pâmpanos poligonal-costados, vinoso-avermelhados, tearâneos.

Folhas novas sub-quinquelobadas ou sub-trilobadas com o seio peciolar em V aberto; tearâneas sobre as nervuras em ambas as páginas, amarelo-vinosas e brilhantes na página superior e vinoso-acobreadas na página inferior das primeiras folhas; com as nervuras fracamente tearâneas ou glabrescentes na página superior e pubescentes na inferior, verde em ambas as páginas, na 5.^a folha.

Folhas adultas pequenas, mais compridas que largas ou sensivelmente tão compridas como largas, sub-trilobadas ou sub-quinquelobadas com os seios inter-lobares medianos não evidentes e os superiores mais bem marcados, lobos crenados com os crenos mais largos que compridos, mas miudos, e de mucrão amarelado. Aurículas afastadas, seio peciolar

frequentemente em forma de chaveta. Limbo pouco dobrado em goteira, um tanto ondulado na margem, sub-liso, verde-escuro, com as nervuras pubescento-puberulentas, por vezes também fracamente tearâneas, na página superior, e verde-amarelado, com nervuras pubescentes e tufos axilares, na página inferior. Pecíolo sub-costado, com goteira ventral, puberulento-pubescente, por vezes também fracamente tearâneo.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	77°,5	96°,0
γ	36°,0	63°,5
δ	33°,0	72°,0
I	70 mm	94 mm
I ₁	61 mm	87 mm
I ₂	46 mm	59 mm
S ₁	50 mm	73 mm
S ₂	45 mm	58 mm
l	45 mm	55 mm
C	78 mm	106 mm
P	31 mm	59 mm

Sarmentos de secção arredondada, sub-estriados, glabros, castanhos mais ou menos claros, pouco ou nada lenticulados, com os nós pouco intumescidos e achatados. Gomos pequenos, ovoido-cónicos, achatados, de coloração acastanhada e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

110 R.

Abrolhamento com as folhinhas vinosas, brilhantes e tearâneas nas nervuras.

Estípulas sub-triangulares ou hemi-ovadas, escariosas, levemente acastanhadas, menores que metade do comprimento do pecíolo da 1.^a folha.

Gavinhas vinoso-avermelhadas, tearâneas e roliças.

Pâmpanos poligonal-costados, vinoso-avermelhados, tearâneos.

Folhas novas sub-quinquelobadas ou sub-trilobadas, por vezes não lobadas, tearâneas, apenas sobre as nervuras na página inferior, amarelo-vinosas, brilhantes, na página superior e vinoso-acobreadas na página inferior das primeiras folhas, tornando-se fracamente tearâneas ou glabrescentes na página superior e pubescente na inferior, verde em ambas as páginas na 5.^a folha.

Folhas adultas pequenas, mais largas que compridas, não lobadas ou ligeiramente sub-trilobadas; lobos crenado-dentados com os recortes mais largos que compridos e de mucrão amarelado. Aurículas afastadas, seio peciolar em U aberto. Limbo pouco dobrado em goteira, espesso (mais do que em qualquer dos restantes *Richter*), ligeiramente sub-bolhoso, verde-amarelado, brilhante, tearâneo sobre as nervuras, na página superior e de coloração mais clara, com nervuras fracamente tearâneo-pubescentes e tufo axilares, na inferior. Peciolo sub-costado, com goteira ventral, glabro ou tearâneo-glabrescente, castanho-vinoso.

Valores-limites das medições efectuadas

Medições angulares e lineares	Mínimas	Máximas
$\alpha + \beta$	79°,5	100°,0
γ	28°,0	58°,5
δ	34°,0	51°,5
I	66 mm	112 mm
I ₁	62 mm	101 mm
I ₂	46 mm	78 mm
S ₁	55 mm	93 mm
S ₂	40 mm	73 mm
l	43 mm	79 mm
C	73 mm	129 mm
P	31 mm	93 mm

Sarmentos de secção elíptico-arredondada, sub-lisos nos meritalos da base e sub-estriados nos seguintes, castanho mais ou menos claros, com lenticulas evidentes e densas e nós pouco intumescidos e achatados. Gomos pequenos, ovoido-cónicos, achatados, de coloração acastanhada e fazendo ângulo agudo com o sarmento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRAZOLA, J. Marcilla

- 1942 *Tratado Practico de Viticultura y Enologia Españolas*, 1 (Viticultura). Madrid.

COUTINHO, A. X. Pereira

- 1939 *Flora de Portugal*, 2.^a ed. Lisboa.

FREITAS, A. G. Barjona de

- 1943 Influência da enxertia no sistema radicular dos porta-enxertos. *I Congresso Nacional de Ciências Agrárias — Sumários das Comunicações*: 74. Lisboa.

HUSFELD, B.

- 1944 A situação actual do melhoramento da videira e a sua importância em viticultura. *Sep. de «Agros»* 26 (6).

RAVAZ, L.

- 1902 *Porte-greffes et Producteurs directs*. Montpellier.

SALMONES, N. Garcia de los, e LOPES, A. Garcia

- 1934 Estudio de los Mejores Portainjertos en las diferentes Comarcas de la Viticultura de la Península. *Memória del II Congreso Internacional de la Viña y el Vino* 1: 75. Madrid.

SOUSA, L. O. M. da Costa e

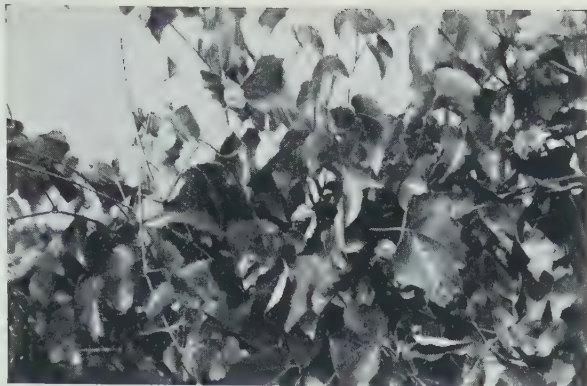
- 1939 Contribuição para a Taxonomia da *Vitis vinifera* L. *Sep. dos Anais Inst. Sup. de Agron.* 9. Lisboa.
- 1941 Alguns aspectos do melhoramento em Viticultura. *Sep. dos Anais do Inst. Sup. de Agron.* 12. Lisboa.

VASCONCELLOS, J. de Carvalho e

- 1939 Clones de Videira da Região de Carcavelos. *Sep. dos Anais Inst. Sup. de Agron.* 9. Lisboa.
- 1944 Noções Sobre a Morfologia Externa das Plantas Superiores. *D.G.S.A., Estudos e Informação Técnica*, 25. Lisboa.

VASCONCELLOS, J. C. e, BÁRBARA, C. S., e BAPTISTA, A.

- 1941-42 Castas de Videira. *Sep. da Revista Agronómica* 29 (2, 3, 4), 30 (1, 2).



8 R.



31 R.



57 R.



60 R.



99 R.



110 R.

O efeito das plantas de sombra nas culturas tropicais

por

CARLOS REBELLO MARQUES DE ALMEIDA

Professor extraordinário do Instituto Superior de Agronomia

É já lugar comum o afirmar-se que na zona tropical é indispensável proteger as culturas da acção directa do sol colocando-as na meia-luz da sombra de uma planta protectora.

Ideia nascida do exame dos métodos culturais seguidos pelos indígenas manteve-se em uso nas explorações europeias para mais tarde, mercê de não ter sido compreendida, se abandonar ocasionando graves transtornos ao equilíbrio ecológico destas regiões.

Estamos convencidos de que este aspecto do falso caminho trilhado pelos europeus na exploração do solo africano foi consequência de se não ter procurado compreender a razão de ser de uma prática que pelo facto de ser de origem indígena não deixava de, através dos séculos, ter prestado as suas provas. Ao verificarmos o erro, ao termos de reconhecer a delapidação feita, julgamos indispensável aproveitar a triste experiência realizada para, enquanto não dominarmos os problemas no seu pormenor, aceitarmos as práticas locais e regeitarmos todas as inovações que se não baseiem numa análise ampla em que todas as circunstâncias do condicionalismo ecológico tenham sido encaradas.

O que se passou e passa em relação à utilização da sombra constitui modelo frisante do que acabamos de afirmar.

Tomemos para exemplo o ocorrido em S. Tomé e a este respeito oiçamos Ezequiel de Campos quando em 1908 ao verificar a derrubada excessiva das florestas exprimia o receio de que esta prática viesse a perturbar o clima tornando-o impróprio para a cultura do cacaueiro; como de resto os acontecimentos posteriores pareceram confirmar.

Reportando-nos a este caso verificamos ter o colonizador europeu aceito, inicialmente, os métodos indígenas para mais tarde após os ter

desprezado ser forçado a reconhecer o grave erro cometido. No entanto, porque as consequências do desequilíbrio se não manifestassem com igual intensidade em todos os locais daquela Ilha, ainda em 1921 (Navel) se discutia da eficiência da planta abrigo afirmando-se que nas regiões de altitude, bem como no Sul da Ilha, se podia dispensar a planta de sombra em virtude da humidade daquelas regiões permitir uma política de menos estrita economia de água. Contudo e em virtude da afirmação não ser inteiramente confirmada pela prática, acrescentava-se que na região sul se não podiam dispensar as plantas arbóreas intercalares em virtude da sua acção moderadora sobre os ventos.

Supunha-se então, como de resto ainda hoje muitos autores afirmam, que a planta de sombra actuava principalmente pelo coberto do solo e da cultura diminuindo, portanto, a intensidade da evaporação e da transpiração. Como efeito secundário seguia-se o enriquecimento do solo em matéria orgânica e a fixação do azoto atmosférico quando a planta protectora fosse uma leguminosa; isto para não falar na tão discutida influência das massas florestais sobre a queda pluviométrica.

Possivelmente em resultado de ter sido nas zonas equatoriais que a destruição da planta-abrigo mais rapidamente conduziu à degradação do solo, criou-se ali uma rotina que ao ser generalizada às zonas tropicais e sub-tropicais conduziu, inevitavelmente, ao desaire. Seguidamente, é a experiência feita naquelas regiões e rapidamente divulgada pelos escritos, que vem afectar a agricultura colonial criando o confusionismo.

Veja-se, por exemplo, a divergência das opiniões expressas na literatura, vejam-se os prodígios de inteligência desenvolvidos para não aceitar o que é evidente. Na maior parte dos casos discute-se a utilização da planta abrigo encarando as temperaturas ambientais e a própria humidade, mas não focando o todo ecológico que determina a paisagem vegetal, esquecendo-se que, conforme as regiões, varia o valor relativo dos membros da expressão do equilíbrio primitivo solo-vegetação-atmosfera. Se numa dada região e num espaço de tempo relativamente largo se pode considerar o meio aéreo fora da actuação do homem já não podemos dizer o mesmo da sua interferência junto da vegetação com todas as suas consequentes reflexas sobre o solo. Quando tal sucede a evolução do solo pode condicionar toda a ulterior reconstituição do coberto vegetal imprimindo à paisagem carácter indelével.

Não podemos esquecer que do ponto de vista da conservação do solo a *pluvissilva* intertropical é a reacção do coberto frente ao clima equatorial, às reduzidas variações térmicas estacionais e às grandes precipitações atmosféricas que se verificam durante todo o ano, ou

durante a época de temperatura mais elevada. Esta paisagem vegetal está perfeitamente equilibrada com o solo e com o meio aéreo e tal como R. L. Pendleton (1942) afirma, sem as árvores de sistema radicular profundante, capazes de penetrarem muitos metros em profundidade, o solo torna-se inaproveitável para as culturas anuais. É o sistema radicular das plantas lenhosas que há-de explorar a rocha-mãe ou o material originário em via de meteorização, que há-de carrear para a sua parte aérea os elementos arrastados pela infiltração da água da chuva, que há-de, posteriormente e em resultado do próprio metabolismo, devolvê-los ao solo, pondo-os ao alcance das plantas anuais.

A este respeito é particularmente interessante a forma como Sudres (1947) encara o problema da degradação dos solos planálticos do Futa Djalón, pois ao examinarmos este processo poderemos encontrar forma de sustentar e remediar o cansaço das terras que, mais ou menos, vai afligindo os territórios coloniais portugueses.

Segundo Sudres, como processo primário da degradação do solo poderemos citar:

destruição da floresta; principal elemento de protecção do solo contra a erosão e contra a lavagem em profundidade;

como consequência deste processo surge: a desapareição do humus e a diminuição da actividade biológica; a diminuição dos sais mais solúveis (alcalinos) deixando em seu lugar as bases menos solúveis (Fe, Al, Mn); lavagem da sílica proveniente dos silicatos dissociados; seguida e provavelmente, a entrada em circulação das bases metálicas sob a forma de hidróxidos e por último a formação dum horizonte vegetal proveniente da decomposição incompleta das gramíneas num meio ácido e húmido.

De início o húmus tende a desaparecer durante a estação seca em virtude do aumento da actividade biológica devida à temperatura, mas à medida que o terreno se desnuda a insolação directa contraria a vida microbiana e a matéria orgânica insuficientemente transformada acumula-se e constitui-se aquele horizonte.

Os elementos que acabamos de referir, ou porque traduzem o equilíbrio solo-vegetação-atmosfera, ou porque nos mostram a forma como o homem pode ocasionar a degradação, consideramo-los básicos para podermos encarar o problema que nos ocupa.

Vejam agora e para exemplo o que se passa em S. Tomé em terrenos cultivados com café arábico ao abrigo das chamadas plantas de sombra.

No caso concreto de que nos ocuparemos trata-se de: derruba realizada há cerca de 80 anos, sendo o terreno anteriormente ocupado por obó (pluvisilva); solo de origem basáltica localizado a 800 m de altitude. Neste terreno encontra-se estabelecido um cafêzal de, aproximadamente, 20 anos e povoado de plantas vigorosas mantidas sob o coberto de eritrinas. O perfil que se descreve traduz, dum modo geral, o aspecto das trincheiras que observámos confirmado por sondagens realizadas em terrenos semelhantes.

0,0 — 0,10 m: material de cor castanho escuro, muito rico em matéria orgânica, de textura argilosa e estrutura granulosa; pH 7/6,5 ⁽¹⁾.

0,10 — 0,60 m: material de cor castanho chocolate tomando um tom mais claro e ferruginoso com a profundidade, textura argilosa (possivelmente mais pesada do que a anterior), mantendo-se a estrutura granulosa. De mistura existe algum basalto. Esta camada é muito rica em raízes e nela, provavelmente, se localiza a maior parte das raízes do café; pH 6,5.

0,60 — 0,90 m: material de cor ferruginosa manchada, de textura argilosa pesada e estrutura colunar apresentando só algumas raízes orientadas segundo as fendas que separam as colunas; pH 5,5.

0,90 — 1,80 m: material castanho, não se notando a acumulação de sais de ferro, textura menos pesada do que a da camada anterior. Ausência de raízes de cafêzeiros, algumas raízes de plantas arbóreas; pH 7,5.

O perfil que acabamos de descrever, sumariamente, não se afasta, nas suas linhas gerais, do referido por Botelho da Costa e Lobo de Azevedo (1948) como sendo o de um grupo de solos florestais (laurisilva) da zona sub-planáltica de Angola.

Comparando a gora o perfil que acabamos de apresentar com o de um solo localizado nas proximidades do primeiro, igualmente cultivado de café arábico, mas desprovido de plantas de sombra, encontramos diferenças nítidas que passamos a descrever.

Derruba realizada há, aproximadamente, 80 anos sendo o terreno anteriormente ocupado pelo obó (pluvisilva), solo de origem basáltica localizado a cerca de 800 m de altitude sobre uma encosta de declive suave, cultivado com plantas de café arábico de idade indeterminada (possivelmente mais de 10 anos) e possuindo algumas bananeiras. As

⁽¹⁾ As determinações do pH foram feitas *in loco*, quando do exame dos perfis, por meio do «Soiltex».

plantas de café encontravam-se raquíticas, com a folhagem clorótica apresentando no seu mesófilo algumas necroses. Este local fica a uns 1000 m do anterior.

- 0,0 — 0,10 m: material de cor castanho escuro, muito rico em detritos vegetais apresentando grande número de raízes vivas (a maior parte da vegetação espontânea), textura argilosa e estrutura granulosa; pH 5,5.
- 0,10 — 1,20 m: material de cor castanho ferruginoso, por vezes avermelhado ou amarelo avermelhado, de textura, possivelmente, mais pesada do que a anterior e mais ou menos uniforme em toda a profundidade e sem estrutura aparente. Nesta camada o pH varia conforme se segue: 0,30 m, pH 5; 0,60 m, pH 4,5, 1,0 m, pH 4,5.

Infelizmente porque se tratava dum reconhecimento prévio não pudemos pormenorizar o estudo destes perfis recorrendo aos elementos de análise que nos viriam esclarecer sobre a intensidade da lavagem das camadas que, conforme nos indicam os valores do pH, deve ser intensa.

Porque fossem grandes as diferenças encontradas entre os perfis dos solos povoados com plantas de sombra e os dos que não dispunham destas plantas procurámos compará-los com os dos solos ainda hoje ocupados pelo obó. As observações foram realizadas em Monte Café à altitude aproximada de 1000 m, numa formação de origem basáltica e a 2 ou 3 quilómetros dos terrenos atrás referidos.

Neste caso não pudemos levar as nossas observações além da colheita de amostras com a sonda e desprezámos as amostras de superfície, excepcionalmente ricas em matéria orgânica. Abstraindo dos primeiros 15 a 20 cm, impregnados pela matéria orgânica, as amostras apresentavam-se sensivelmente idênticas quanto à textura e cor (castanho escura, mas mais clara do que a superficial), sendo também o pH mais ou menos uniforme (pH 6,5 a 7,5).

Os elementos que acabamos de referir, dada a forma como foram obtidos, não devem ser postos em confronto com os anteriores, mas assemelham-se aos que apresentámos para os terrenos ocupados pelas chamadas árvores de sombra. A principal diferença encontrada está na quantidade de matéria orgânica que impregna a argila da camada superficial.

Seguidamente e porque o aspecto das plantas de café variasse consideravelmente das zonas «sombreadas» para as «não sombreadas», procurámos apreciar a variação das características do solo entre os terrenos

a coberto duma planta de sombra e os imediatamente nas proximidades, mas fora da acção benéfica daquelas plantas.

Para determinar a zona de influência das plantas de grande porte recorreremos à observação das plantas de café que ocupavam aquele terreno. Mais uma vez as observações limitaram-se à colheita de amostras com a sonda e ao seu exame sumário por quem não é um agrológico. Os elementos que a seguir apresentamos referem-se a amostras colhidas num terreno praticamente plano e a 10 m de distância entre elas.

As sondagens efectuadas debaixo da copa das eritrinas não ultrapassaram os 60 cm em consequência de terem encontrado basalto; a textura e o pH mantiveram-se mais ou menos constantes até aquela profundidade: superfície, pH 7; 0,35 m, pH 7,5; e 0,60 m, pH 7,5.

No terreno fora do raio de acção do sistema radicular das plantas de sombra de novo encontrámos uma camada pouco espessa em que se acumulava matéria orgânica (pH 5,5) para seguidamente e até 1 m o solo se apresentar avermelhado e de textura pesada e uniforme; as amostras trazidas pela sonda mantinham o molde helicoidal do parafuso. Os valores de pH variaram conforme se segue: 0,30 m, pH 5; 0,60 m, pH 4,5; 1,0 m, pH 4,5.

Em face dos elementos reunidos julgamos poder concluir que a presença de árvores de grande porte e sistema radicular profundante — a chamada planta de sombra — de permeio nas culturas arbustivas influi, principalmente, atenuando a degradação do solo consequente da lavagem. Todos os outros efeitos da chamada sombra sobre as plantas em cultura, tais como economia de água, protecção contra o vento, diminuição da temperatura ambiente e do solo, fornecimento de matéria orgânica, são de per si só, ou em conjunto, insuficientes para nos explicarem o comportamento dos casos concretos que nos foi dado observar.

Compare-se, por exemplo, o perfil dum terreno onde existam plantas arbóreas com o de um outro em que a cultura arbustiva se mantém a céu descoberto e veja-se como o poder de absorção do sistema radicular das plantas de grande porte e todo o subsequente metabolismo mineral atenua, ou neutraliza, a lavagem do solo. Pelo contrário na ausência destas plantas dá-se uma intensa lavagem das bases com a resultante acidificação do solo e insolubilização dos elementos nutritivos.

Estes terrenos, localmente designados por cansados, são susceptíveis de se recuperarem uma vez que sejam repovoados com plantas lenhosas de grande porte. Abandonados a si próprios em savana tendem a passar a «capoeira» guarda avançada da floresta que, um vez reconstituída, regenerará os terrenos degradados.

Na região equatorial, em que todas as manifestações da vida das plantas, ou do solo, são exaltadas pelo próprio condicionalismo ecológico de que fazem parte, é fácil apreciar o equilíbrio solo-vegetação-atmosfera, porquanto num solo degradado basta a presença de uma planta de grande porte para que em toda a sua volta se crie uma zona de recuperação onde as plantas arbustivas encontram condições favoráveis de vida. Do centro para a periferia do círculo observa-se um verdadeiro gradiente biológico que vai desde a planta em que a elaboração condiciona a absorpção até aos casos em que a absorpção, praticamente inexistente, mantém a planta num estado de miséria fisiológica pré-letal.

Fenómeno idêntico se observa quando se encara uma unidade cultural que, mercê dos artifícios da técnica, conseguiu atingir a maturidade funcional, pois essa unidade só colectivamente se mantém em equilíbrio artificial. A morte de algumas plantas cria imediatamente focos de degradação que o sistema radicular das plantas próximas, por limitado, não consegue sustentar. Assistimos, agora, ao inverso do caso atrás apontado, pois os focos alastram e confundem. Alastram porque não param e confundem em virtude das plantas, para as quais o terreno vai sendo cada vez menos próprio, passarem a ser fáceis presas de toda a casta de agentes patogénicos que, por apressarem a morte, são erradamente responsabilizados pelo efeito primário deste desfecho.

Queremos ainda apreciar algumas inconsequências existentes na prática local e, inclusivamente, na literatura referente a este assunto.

Segundo a nossa forma de ver da consociação das árvores de grande porte com as culturas a proteger resultam dois factos inteiramente independentes: protecção do solo contra a degradação; ensombramento das plantas de menor arborescência. Por conseguinte, na apreciação dos resultados do chamado ensombramento há que distinguir estes dois aspectos tanto mais que o primeiro, por ser de consequências retardadas, poderá ser facilmente mascarado pelo segundo, de efeito imediato.

Já dissemos o que pensávamos sobre a acção das plantas de grande porte e sistema radicular profundante na conservação do solo, mas ao utilizá-las com este fim não podemos esquecer o efeito resultante do ensombramento na produtividade das plantas protegidas.

A sombra, quando exagerada, impede a diferenciação floral — caso frequente nas plantas de café — com a subsequente sintomatologia da deficiência dos princípios elaborados (lançamentos finos de entre-nós largos apresentando uma folhagem verde escuro). Nestes casos a derruba parcial tem um efeito nitidamente favorável dado que faculta o elemento em falta, quer para a fotossíntese, quer para a elaboração da substância

responsável pela constituição dos primórdios florais. Este condicionamento é válido para todas as espécies cultivadas pelo seu fruto e mais, ou menos, acentuado conforme se trata de heliófilas ou umbrófilas.

Assim se explica o corte sistemático das plantas de sombra que se verificou no princípio deste século e que, enquanto se não acentuou a degradação, conduziu a um aumento substancial das produções unitárias.

Não é portanto possível definir *a priori* qual a densidade de sombra mais conveniente para uma dada cultura, porquanto se a exploração imediata aconselha rarear a planta protectora, já ao encararmos o problema pela sua feição mediata teremos que regular essa densidade, por tentativas, para que o movimento ascendente da água e consequente recuperação de bases, provocado pela absorpção e transpiração das plantas, compense o movimento descendente das águas de infiltração.

A densidade da planta protectora, da árvore tutelar, dependerá, antes de mais, da própria espécie escolhida dado que o poder de captação e a profundidade atingida pelo sistema radicular variam de espécie para espécie.

Do ponto de vista em questão consideramos particularmente indicadas as leguminosas que além de enriquecerem o solo em azoto asseguram, através dos seus sistemas radiculares profundantes, a desejada regeneração ⁽¹⁾.

R É S U M É

Dans le présent ouvrage, dont les observations se rapportent á l'Ile de Saint Thomé, on discute l'effet des arbres d'ombre sur les cultures tropicales. L'Auteur étudie sommairement les profils des terrains employés pour la culture du café et les cas ou celle-ci est ou n'est pas protégée par les plantes d'ombre, et il constate que, dans les terrains à l'ombre, l'acidification est atténuée et la couche superficielle est neutre, ainsi que celle située de 0,90 m à 1,80 m (maximum de profondeur étudiée), tandis que pour le second cas il constate une forte acidification (pH 4 à 5).

En face des résultats obtenus, l'Auteur suppose que les plantes d'ombre, tout en possédant des systèmes radiculaires pénétrants, conduisent vers leur partie aérienne les éléments entraînés par l'infiltration de l'eau de la pluie, en les livrant postérieurement au sol, en résultat du propre métabolisme, elles les mettent à la portée des plantes plus petites.

⁽¹⁾ A nossa chegada a Portugal e como derivação deste trabalho encarregámos o aluno tirocinante Edgar Fontes de estudar o efeito dos sistemas radiculares das árvores suporte da vinha de enforcado e das próprias videiras sujeitas a poda longa na conservação dos solos dos lameiros. Os primeiros resultados obtidos são deveras prometedores.

OBRAS CITADAS

CAMPOS, Ezequiel de

- 1944 Os Factores da Riqueza das Nossas Ilhas Atlânticas, *Bol. Soc. Geografia de Lisboa*, 62.^a Série, 5-6, pp. 306-343.

COSTA, J. M. Botelho da e A. L. AZEVEDO

- 1948 Characteristics and Distribution of Some Soil Groups of Angola. *Com. à Conf. Africana de Solos* (Em publicação).

PENDLENTON, R. L.

- 1942 Analysis and Profile notes of Some Laterite Soils and Soils with Iron Concretions of Thailand. *Soil Sci.* **54**:1-26.

SUDRES, A.

- 1947 La Dégradation des Sols au Foutah Djalon. *L'Agronomie Tropicale* **5-6**:227.

Sistemas hodógrafos

pelo

Doutor A. DE MIRA FERNANDES

Professor catedrático do Instituto Superior Técnico e do Instituto Superior
de Ciências Económicas e Financeiras

1. Dado um ponto fixo A , e sendo P um ponto qualquer dum sistema móvel $S(P)$, podemos chamar *sistema hodógrafo* de $S(P)$ ao sistema $S_1(P_1)$ dos pontos

$$1) \quad P_1 = A + P',$$

sendo P' a velocidade do ponto P .

Por ser

$$1') \quad P_1' = P'',$$

a velocidade do ponto P_1 é igual à aceleração P'' do ponto correspondente em $S(P)$. É evidente que a correspondência $S \rightarrow S_1$, definida unívocamente por 1), não é geralmente biunívoca: a todos os pontos do sistema S que, num dado instante, têm a mesma velocidade, corresponde nesse instante, o mesmo ponto de S_1 .

Suponhamos que o sistema hodógrafo $S_1(P_1)$ é um sólido (isto é, move-se de maneira tal que se conservam as mútuas distâncias dos seus pontos). Para dois pontos quaisquer dum tal sistema, será

$$2) \quad \text{mod } (P_1 - L_1) = \text{constante};$$

ou, em virtude de 1'),

$$3) \quad \text{mod } (P' - L') = \text{constante}$$

e inversamente.

Portanto, a condição necessária e suficiente para que um sistema $S(P)$ tenha um hodógrafo sólido é que o módulo da diferença das velocidades de dois quaisquer dos seus pontos seja constante.

A esta condição pode dar-se a seguinte forma, equivalente a 3): *É necessário e suficiente para que o sistema hodógrafo de $S(P)$ seja um sólido, que*

$$3') \quad (P' - L') \times (R' - O') = \text{constante},$$

quaisquer que sejam os quatro pontos P, L, R e O do sistema S .

Com efeito, a condição 3') é manifestamente necessária, porque 3') equivale a

$$3'') \quad (P_1 - L_1) \times (R_1 - O_1) = \text{const.},$$

que é satisfeita, quando $S_1(P_1)$ for um sólido. E é também suficiente porque, para $P=R$ e $L=O$, de 3') resulta

$$(P_1 - L_1)^2 = \text{const.},$$

quaisquer que sejam P_1 e L_1 , e, portanto, $S_1(P_1)$ é um sólido.

Como de 2) resulta

$$\frac{d}{dt} \text{mod } (P' - L') = 0,$$

ou

$$(P'' - L'') \times (P' - L') = 0,$$

ou ainda

$$3'') \quad P'' \times (P_1 - L_1) = L'' \times (P_1 - L_1)$$

podemos dizer que *é condição necessária e suficiente para que o hodógrafo $S_1(P_1)$ dum sistema $S(P)$ seja sólido que as acelerações de dois pontos quaisquer P e L do sistema dado tenham projecções iguais sobre a recta que une os pontos correspondentes P_1 e L_1 do sistema hodógrafo.*

2. Suponhamos agora que o sistema dado $S(P)$ é um sólido. Para que o sistema hodógrafo $S_1(P_1)$ seja ainda um sólido, deverá verificar-se, em virtude de 1') e da equação fundamental da cinemática dos sólidos, a igualdade

$$4) \quad \omega_1 \wedge (P' - L) = [\omega \wedge (P - L)]'$$

onde ω_1 é a velocidade angular do movimento de $S_1(P_1)$ e ω a velocidade angular do movimento de $S(P)$. Ou ainda

$$5) \quad (\omega_1 - \omega) \wedge (P' - L) = \omega' \wedge (P - L)$$

quaisquer que sejam P e L do sistema dado.

Daqui resulta (multiplicando escalarmente por $\omega_1 - \omega$) que os vectores $\omega_1 - \omega$, ω' e $P - L$ devem ser coplanares; ou, visto ser arbitrário $P - L$,

$$(\omega_1 - \omega) \wedge \omega' = 0,$$

o que implica

$$a) \quad \omega' = 0$$

ou

$$b) \quad \omega_1 - \omega = m \omega',$$

sendo m um escalar.

Mas é fácil reconhecer, em virtude de 5), que, ainda na eventualidade b), se é reconduzido a $\omega' = 0$. Com efeito quando subsista b), atendendo a que $P' - L' = \omega \wedge (P - L)$, a equação 5) pode escrever-se

$$5') \quad \omega' \wedge [(P - L) - m \omega \wedge (P - L)] = 0,$$

Mas $P - L$ é arbitrário. Escolhendo $P - L$ paralelo a ω , a equação 5') mostra que ω' é também paralelo a ω ; escolhendo agora $P - L$ perpendicular a ω , o segundo factor do primeiro membro de 5') é também perpendicular a ω e, portanto, ω' é perpendicular a ω . As duas hipóteses só se conciliam sendo $\omega' = 0$.

Logo, a condição necessária e suficiente para que o sistema hodógrafo de um sólido $S(P)$ seja outro sólido $S_1(P_1)$, é que a velocidade angular ω do sistema S seja constante.

O sólido hodógrafo $S_1(P_1)$ tem a mesma velocidade angular constante, visto que $\omega_1 - \omega = 0$; e, sendo $P' - L' = P_1 - L_1$ perpendicular a um vector constante $\omega = \omega_1$, o sólido S_1 será plano e perpendicular a ω .

3. Se $S(P)$ é um sólido e a velocidade angular ω não é constante o sistema hodógrafo é deformável. As projecções de $P_1' - L_1'$ e $\omega \wedge (P_1 - L_1)$ sobre a direcção de ω' são iguais.

Com efeito,

$$\begin{aligned} 6) \quad P_1' - L_1' &= P'' - L'' = (P' - L')' = [\omega \wedge (P - L)]' = \\ &= \omega \wedge (P' - L') + \omega' \wedge (P - L) \\ &= \omega \wedge (P_1 - L_1) + \omega' \wedge (P - L). \end{aligned}$$

ou

$$7) \quad (P_1' - L_1') \times \omega' = [\omega \wedge (P_1 - L_1)] \times \omega', \quad \text{c. q. d.}$$

4. Suponhamos que, num dado instante t do movimento do sólido $S(P)$, em que $\omega(t)$ é uma função do tempo, coagimos o sistema de modo tal que o vector ω fique constante. Daí em diante, o hodógrafo $S_1(P_1)$ será sólido. Representaremos por $\omega' = \omega'(t-0)$ o valor do derivado de ω no instante em que se deu a coacção.

Na equação 7), $P_1' - L_1' = P'' - L''$ é a diferença das acelerações dos pontos P e L do sistema $S(P)$, no movimento que vinha realizando, submetido à lei temporal $\omega(t)$ do vector velocidade angular. Na mesma equação,

$$\omega \wedge (P_1 - L_1) = \bar{P}'' - \bar{L}''$$

é a diferença das acelerações dos mesmos dois pontos P e L no movimento coacto, em que ω se torna constante, $\omega' = 0$ e $S_1(P_1)$ um sistema sólido. A equação 7) pode então escrever-se

$$8) \quad (P'' - L'') \times \omega' = (\bar{P}'' - \bar{L}'') \times \omega'.$$

Ou ainda,

$$8') \quad (P'' - \bar{P}'') \times \omega' = (L'' - \bar{L}'') \times \omega'.$$

Se chamarmos *constricção cinética* à diferença $P'' - \bar{P}''$ entre as acelerações, posteriores ao instante t , que o ponto P teria no movimento real e no movimento coacto, a equação 8') diz-nos que as *constricções cinéticas de todos os pontos do sólido $S(P)$ têm projecções iguais sobre a direcção do vector ω' .*

Esta propriedade da cinemática dos sólidos pode estabelecer-se também a partir das fórmulas gerais. Com efeito, com as notações habituais,

$$P'' = L'' + \omega' \wedge (P - L) + \text{grad } \varphi$$

(no movimento real) e

$$\bar{P}'' = \bar{L}'' + \text{grad } \varphi$$

(no movimento coacto, em que $\omega' = 0$), sendo $2\varphi = [\omega \times (P - L)]^2 - \omega^2 (P - L)^2$.

Logo

$$P'' - \bar{P}'' = L'' - \bar{L}'' + \omega' \wedge (P - L),$$

ou

$$(P'' - \bar{P}'') \times \omega' = (L'' - \bar{L}'') \times \omega'.$$

5. No caso geral, em que $S(P)$ é um sólido e $\omega' \geq 0$, sendo, portanto deformável o sistema hodógrafo $S_1(P_1)$, mostra-nos a equação 6) que o movimento desse sistema deformável goza duma propriedade curiosa.

Com efeito,

$$\omega \wedge (P_1 - L_1) = \bar{P}_1' - \bar{L}_1$$

é a diferença das velocidades que os pontos P_1 e L_1 do sistema hodógrafo teriam se ele fosse sólido, isto é, se fosse $\omega' = 0$.

Por outro lado, $\omega' \wedge (P - L) = \bar{P}' - \bar{L}'$ é a diferença das velocidades que teriam os pontos P e L do sólido $S(P)$, se a velocidade angular fosse ω' . Logo, em virtude de 6),

$$9) \quad P_1' - L_1' = (\bar{P}_1' - \bar{L}_1') + (\bar{P}' - \bar{L}').$$

Escrevamos a equação 9) sob a forma

$$9') \quad (P_1' - \bar{P}_1') - \bar{P}' = (L_1' - \bar{L}_1') - \bar{L}'$$

e chamemos a $P_1' - \bar{P}_1'$ *componente de deformação* da velocidade do ponto P_1 do sistema hodógrafo. Podemos então dizer que, *no movimento do sistema hodógrafo, em geral, deformável, dum sólido $S(P)$, é a mesma, para todos os seus pontos, a diferença entre a componente de deformação da sua velocidade e a velocidade que teria o ponto correspondente do sistema primitivo, se a velocidade angular fosse ω' .*

A) Se o hodógrafo for sólido, $\bar{P}' - \bar{L}' = 0$ (por ser $\omega' = 0$) e a equação 9) é uma identidade.

B) A componente de deformação $P_1' - \bar{P}_1' = P'' - \bar{P}''$ da velocidade de P_1 é, como se vê, a constrictão cinética do ponto correspondente P do sistema primitivo.

C) Se o vector ω tiver direcção constante, será $\omega' = a\omega$ (sendo a um escalar, função do tempo) e a equação 9) toma a forma

$$P_1' - L_1' = (P_1' - \bar{L}_1') + a(P' - L'),$$

ou

$$10) \quad P_1' - L_1' = (\bar{P}_1' - \bar{L}_1') + a(P_1 - L_1).$$

Escrevamos ainda a equação 10) sob a forma

$$10') \quad (P_1' - \bar{P}_1') - (L_1' - \bar{L}_1') = a(P_1 - L_1).$$

Podemos, então, dizer que *se $S(P)$ é um sólido e a velocidade angular ω tem direcção constante, a diferença das componentes de deformação das velocidades de dois pontos quaisquer P_1 e L_1 do sistema hodógrafo é paralela à recta que os une.*

Ou ainda, *se $S(P)$ é um sólido e a velocidade angular ω tem direcção constante, a diferença das constrictões cinéticas de dois pontos quaisquer de $S(P)$ é paralela à recta que une os pontos correspondentes do sistema hodógrafo.*

D) Se $\text{mod } \omega$ é constante, e, portanto, $\omega \times \omega' = 0$, da equação 9), escrita sob a forma

$$9) \quad P_1' - L_1' = (\bar{P}_1' - \bar{L}_1') + \omega' \wedge (P - L),$$

resulta

$$(P_1' - L_1') \wedge \omega = (\bar{P}_1' - \bar{L}_1') \wedge \omega + [\omega' \wedge (P - L)] \wedge \omega,$$

ou

$$[(P_1' - \bar{P}_1') - (L_1' - \bar{L}_1')] \wedge \omega = (\omega' \times \omega)(P - L) - [\omega \times (P - L)] \omega'.$$

Isto é

$$11) \quad [(P_1' - \bar{P}_1') - (L_1' - \bar{L}_1')] \wedge \omega = -[\omega \times (P - L)] \omega'.$$

Esta equação mostra-nos que, se, num dado instante, $P - L$ for perpendicular a ω (e, portanto, $\omega \times (P - L) = 0$), será $(P_1' - \bar{P}_1') - (L_1' - \bar{L}_1')$ paralelo a ω . Isto é, *se, no movimento dum sólido $S(P)$, o vector ω tiver módulo constante, para dois pontos quaisquer P e L que, num dado instante, existem sobre uma perpendicular a ω , a diferença das velocidades de deformação dos pontos correspondentes P_1 e L_1 do sistema hodógrafo é paralela a ω . Ou ainda, a diferença das constricções cinéticas de P e L é paralela a ω .*

6. A estas propriedades, de natureza cinemática, a que conduz o conceito de sistema hodógrafo, podem juntar-se outras de natureza dinâmica.

A) Atribuíamos a cada ponto P_1 do sistema hodógrafo $S_1(P_1)$ a mesma massa m do ponto P correspondente do sistema primitivo $S(P)$. Se o ponto P_1 corresponde, num dado instante, a vários pontos do sistema $S(P)$ (e, em geral, assim acontece), atribuímos a P_1 uma massa igual à soma das massas dos seus correspondentes em $S(P)$. O hodógrafo $S_1(P_1)$ será, portanto, um sistema de massas, em geral, variáveis.

Da equação

$$1) \quad P' = P_1 - A,$$

onde A é um ponto fixo, resulta

$$mP'^2 = m(P_1 - A)^2,$$

sendo m a massa do ponto P . Se o ponto Q de massa m_1 , tiver, num dado instante, o mesmo hodógrafo P_1 que o ponto P , será

$$m_1 Q'^2 = m_1 (P_1 - A)^2$$

e

$$mP'^2 + m_1 Q'^2 = (m + m_1) (P_1 - A)^2.$$

Em geral, atendendo à definição de massa do ponto P_1 , será

$$12) \quad \sum m P'^2 = \sum m (P_1 - A)^2.$$

Como $\sum m P'^2 = 2T$ é a força viva de $S(P)$ e $\sum m (P_1 - A)^2 = \mu$ o momento de inércia de $S_1(P_1)$, em relação a A , será

$$12') \quad 2T = \mu.$$

Isto é, a força viva do sistema primitivo $S(P)$ é, a cada instante, igual ao momento de inércia do sistema hodógrafo, em relação ao ponto fixo A .

B) Suponhamos que o sistema $S(P)$ se encontra em movimento espontâneo, isto é, não há forças activas, mas apenas forças de ligação; e que, além disso, as ligações são independentes do tempo. Como é legítimo, nessa hipótese, aplicar o teorema das forças vivas, será $2T = \text{constante}$, visto não haver forças activas. Portanto, será constante o momento de inércia do sistema hodógrafo, em relação a A .

C) Como $P'' = P_1'$, será

$$\sum m P''^2 = \sum m P_1'^2.$$

Mas $\sum m P''^2 = 2S$ é o dobro da energia das acelerações do sistema $S(P)$; e $\sum m P_1'^2 = 2T_1$ é a força viva do sistema hodógrafo $S_1(P_1)$. Portanto,

$$13) \quad S = T_1,$$

isto é, a energia das acelerações de $S(P)$ é igual à energia cinética de $S_1(P_1)$.

Mas, na hipótese do movimento espontâneo de $S(P)$, a constrictão de Gauss

$$\gamma = \sum_i \frac{1}{m_i} (m_i P_i'' - F_i)^2,$$

visto serem nulas as forças activas F_i , reduz-se a

$$14) \quad \gamma = \sum_i m_i P_i''^2 = 2S = 2T_1.$$

E como, a partir duma dada fase do movimento de $S(P)$, a constrição γ é mínima, no movimento real, em relação a todos os movimentos possíveis que respeitem as ligações do sistema $S(P)$, diz-nos a equação 14) que, se o movimento de $S(P)$ é espontâneo, com ligações independentes do tempo, a força viva $2T_1$ do sistema hodógrafo, a partir duma certa configuração, é mínima em relação a todos os movimentos possíveis que respeitem as ligações do sistema primitivo.

Suponhamos que o sistema $S(P)$ é discreto, com N_1 pontos. O hodógrafo $S_1(P_1)$ será também discreto, com $N \leq N_1$ pontos. Sendo assim, poderá, certamente, definir-se um intervalo de tempo durante o qual os pontos de $S_1(P_1)$ têm massas constantes. É a um tal intervalo que se refere o raciocínio seguinte.

Sejam y_{1i}, y_{2i}, y_{3i} coordenadas cartesianas ortogonais do ponto $P_1^{(i)}$ do sistema hodógrafo. Façamos

$$x_{3i-2} = \sqrt{m_i} y_{1i}; \quad x_{3i-1} = \sqrt{m_i} y_{2i}; \quad x_{3i} = \sqrt{m_i} y_{3i},$$

sendo m_i a massa (constante) de $P_1^{(i)}$. Será

$$14') \quad \sum_{\alpha=1}^{3N} (x'_{\alpha})^2 = \sum_{i=1}^N m_i [(y'_{1i})^2 + (y'_{2i})^2 + (y'_{3i})^2],$$

ou

$$\sum_{\alpha=1}^{3N} (x'_{\alpha})^2 = 2T_1.$$

Tomando x_{α} ($\alpha=1, 2, \dots, 3N$) como coordenadas cartesianas ortogonais dum espaço a $3N$ dimensões, que adoptaremos para espaço de configuração Σ do sistema hodógrafo $S_1(P_1)$, será, nesse espaço,

$$ds^2 = \sum_{\alpha=1}^{3N} (dx_{\alpha})^2 = \sum_{\alpha=1}^{3N} (x'_{\alpha})^2 dt^2$$

ou

$$14'') \quad ds^2 = 2T_1 dt^2.$$

Isto é,

$$\left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = 2T_1.$$

Logo, o ponto representativo do sistema hodógrafo $S_1(P_1)$, no espaço de configuração Σ , se $S(P)$ tiver movimento espontâneo e ligações independentes do tempo, percorre a sua trajectória com uma velocidade mínima, em relação à que teria para qualquer outro movimento de $S(P)$ (diferente do movimento real) compatível com as suas ligações.

D) Por ser

$$15) \quad \sum m P' = \sum m (P_1 - A),$$

se for G o centro de gravidade de $S(P)$ e G_1 o centro de gravidade de $S_1(P_1)$, como

$$\sum m P' = \frac{d}{dt} \sum m (P - A) = \frac{d}{dt} M (G - A) = M G'$$

e

$$\sum m (P_1 - A) = M (G_1 - A),$$

resulta de 15)

$$16) \quad G' = G_1 - A.$$

Isto é, o centro de gravidade do sistema hodógrafo é o transformado do centro de gravidade do sistema primitivo.

E) Da equação

$$12) \quad 2 T = \sum m (P_1 - A)^2 = \mu$$

resulta que, se o sistema primitivo tiver força viva constante, será constante o momento de inércia do sistema hodógrafo (em geral, de massas variáveis) em relação ao ponto fixo A . Já vimos em B) um caso particular.

F) Suponhamos que $S(P)$ é um sólido, com um ponto fixo. Nesse caso, $2 T = I \omega^2$, sendo I o momento de inércia de $S(P)$ em relação ao eixo instantâneo. Isto é,

$$17) \quad I \omega^2 = \mu \quad \text{ou} \quad \omega^2 = \frac{\mu}{I}.$$

No movimento dum sólido com um ponto fixo, o quadrado da velocidade angular é igual ao quociente do momento de inércia do sistema hodógrafo, em relação a A, pelo momento de inércia do sólido, em relação ao eixo instantâneo.

Se $\text{mod } \omega$ for constante, os dois momentos de inércia são proporcionais.

H) Suponhamos que $S(P)$ é um sólido, móvel em torno dum eixo fixo. Nesse caso, I é constante e ω^2 é *proporcional a* μ (visto subsistir a equação 17)). Se $\text{mod } \omega$ for constante, ω (que tem direcção fixa) será constante; ω' será nulo; o hodógrafo será um *sólido plano*, existente num plano perpendicular a ω . Se o ponto A for a intersecção desse plano com o eixo instantâneo, tudo isto é manifesto.

K) Suponhamos ainda que $S(P)$ é um sólido com um ponto fixo, sendo nulo o momento das forças exteriores em relação a esse ponto (caso de Poincot). Uma das várias expressões da energia das acelerações dum sólido com um ponto fixo O, é ⁽¹⁾

$$18) \quad 2S = I \omega^2 + \omega' \times (\sigma' + \omega \wedge \sigma)$$

sendo I o momento de inércia em relação ao eixo instantâneo e σ o momento cinético, em relação ao ponto fixo. Como $\sigma' + \omega \wedge \sigma$ é a velocidade absoluta da extremidade do vector σ , de origem O, será $\sigma' + \omega \wedge \sigma = \mu_e$ o momento das forças exteriores em relação a O, em virtude do teorema de Résal; portanto, no caso presente, $\mu_e = 0$ e

$$19) \quad 2S = I \omega^2,$$

ou

$$19') \quad 2T_1 = I \omega^2.$$

E, visto ser, $2T = I \omega^2$, teremos

$$20) \quad \omega^2 = \frac{T_1}{T}.$$

⁽¹⁾ Ver nota do Autor nos *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Maio de 1937.

Isto é, no movimento à Poincot, o quadrado da velocidade angular é igual ao quociente das energias cinéticas do sistema hodógrafo e do sistema primitivo.

Como se vê, 20) é um caso particular de 17), visto ser agora $\mu \omega^2 = I \omega^4 = 2 S = 2 T_1$.

E é ainda $\omega^2 = \frac{2 T_1}{\mu}$. Isto é, no movimento à Poincot, o quadrado da velocidade angular é igual ao quociente da força viva do sistema hodógrafo pelo momento de inércia do mesmo sistema, em relação ao ponto fixo.

E como, no movimento à Poincot, $2T$ é constante, ω^2 será proporcional à força viva do sistema hodógrafo.

O movimento espontâneo dum sólido com um ponto fixo é, evidentemente, um caso particular deste.

Recebido em 23 de Maio de 1949.

Notas acerca do sistema americano de classificação de solos

pelo

Prof. J. V. BOTELHO DA COSTA

da Cadeira de Mesologia Colonial

Systems of classification change, should change, as knowledge grows; they are a convenience, and should never become so rigid that new facts cannot be used to amend them.

CHARLES E. KELLOGG

Número recente da revista *Soil Science* (Fevereiro de 1949), contém um symposium dos pontos de vista básicos do sistema americano de classificação de solos, na sua actual fase de desenvolvimento.

O esquema de classificação apresentado pelos pedologistas americanos no *Yearbook of Agriculture* de 1938 [17], tem, mesmo em relação ao nível de conhecimentos nessa data, vários pontos fracos, alguns dos quais se tornaram mais evidentes na última dezena de anos. Não se conseguiram evitar nessa altura, nem são totalmente solucionados no esquema incluído no referido symposium [14]. São porém francamente admitidos, com elevado espírito científico, e indicadas as tendências que se vincam para os atenuar tanto quanto possível.

Está-se sem dúvida ainda longe de esquema de classificação completamente satisfatório. É por isso fundamental ter perfeita consciência das insuficiências e das limitações do que, à falta de melhor, se vai utilizando. Erro grave seria considerá-lo — ao invés do que fazem os seus próprios autores — como perfeito e dogmáticamente imutável. Poderia resultar daí a inclusão forçada de solos de grupos porventura ainda não definidos, em grupos já existentes — como infelizmente já tem sucedido [12] — e a forçada aplicação de sistemas inadequados a novos factos e circunstâncias que podem surgir.

Estas as razões principais da presente publicação, que se baseia em notas, comentários e lições anteriores ao aparecimento do symposium acima mencionado, mas inclui apreciação de aspectos e referência de factos considerados neste último. Aproveita-se o ensejo para fundamentar mais desenvolvidamente pontos de vista apresentados em publicação anterior, de índole diáctica ⁽¹⁾.

O esquema de classificação em uso na América, tem, como refere Kellogg [7], as seguintes categorias, da mais baixa à mais alta:

- O. Fase
- I. Tipo
- II. Série
- III. Família
- IV. Grande grupo
- V. Sub-ordem
- VI. Ordem.

Ordens.

No esquema de Marbut, anterior ao dado no Yearbook of Agriculture de 1938, só os solos maduros se classificavam nas três primeiras categorias que estabelecia e os termos *pedocal* e *pedalfers* não podiam incluir todos os solos. Para abranger todos os solos, qualquer que seja o seu grau de desenvolvimento, criaram-se as ordens *zonal*, *intrazonal* e *azonal* [1]. Os termos *pedocal* e *pedalfers* figuram ainda no esquema de 1938, como subdivisões de uma das ordens (*solos zonais*), não constituindo porém pròpriamente categoria de classificação. No esquema de 1949 já não aparecem tais designações [14].

A criação das três *ordens* referidas teve inconvenientes suficientemente grandes para ser lícito duvidar que constitua solução definitiva. Os termos que as designam nasceram de conceitos que estimularam consideravelmente o desenvolvimento da Ciência do Solo e têm ainda hoje enorme interesse, mas que estão longe de se verificar sempre na Natureza com a clareza que em tempos se lhes atribuiu. É certo que os solos de determinado *grande grupo* da ordem *zonal* se encontram mais extensivamente representados em determinado conjunto de condições, domi-

⁽¹⁾ *Apontamentos de Agrologia*. I. S. A., 1944.

nado por certas características climáticas. Não menos certo porém é que com maior ou menor frequência e em maior ou menor extensão, podem encontrar-se sob condições diferentes, em zona atribuída a outro *grande grupo*. Assim, segundo Joffe, «podem encontrar-se *Solos Podzol* na zona dos *Solos Tchernozem*, *Solos Tchernozem* nas zonas dos *Solos Brown-Chestnut*, *Solos Cinzentos Florestais* na zona dos *Solos Tchernozem*, etc.» Portanto, «os solos intrazonais são em muitos casos constituídos por tipos zonais deslocados do seu meio natural». [4].

Este conceito, perfeitamente lógico do ponto de vista pedogenético, põe em relevo a fraqueza do critério de classificação tomado, no esquema americano, para definir a categoria taxonómica mais elevada. Com efeito, se por exemplo um *Solo Podzol* se encontra na zona dos *Solos Tchernozem*, é aí, segundo o conceito referido, *intrazonal*. No entanto, a organização do esquema americano obriga a classificá-lo como *zonal*.

Acresce que há casos em que é mais lícito falar de *complexos zonais* do que de *grupos zonais* [8] — podendo tais complexos incluir grupos ditos *intrazonais*, tendo aí, até certo ponto, *carácter zonal*...

Cremos que a realidade dos factos foi lapidarmente expressa por Jacks quando escreveu em 1934: «O perfil do solo exprime a integração dos efeitos de todos os factores que contribuam para a formação do solo, e como o número desses factores é muito grande e as suas possíveis variações são em número quase infinito, um dado tipo genético pode desenvolver-se sob variadas combinações das condições de meio; embora quando se forma o mesmo tipo do solo, as combinações que provocam o seu desenvolvimento possam considerar-se equivalentes. O mesmo tipo de solo pode por exemplo desenvolver-se a partir duma rocha básica em região de pluviosidade elevada, ou duma rocha ácida em região de baixa pluviosidade» [2].

A admitir-se esta afirmação — que já à data da sua publicação considerámos amplamente confirmada — não constituirá razão suficientemente forte para não se tomar o conceito de zonalidade para critério de classificação? Os termos *zonal*, *intrazonal* e *azonal*, poderiam continuar a usar-se com sentido interpretativo, mas deixariam de designar *ordens* de um esquema de classificação.

Em 1949, Thorp e Smith, da Division of Soil Survey dos Estados Unidos, fazem sobre esta matéria afirmações muito positivas. Escrevem estes autores: 1. «As ordens zonal e intrazonal só podem definir-se em termos genéticos, e não descobrimos quaisquer características mutuamente exclusivas destas duas ordens. 2. O conceito de que qualquer grupo

de solos zonais se encontra numa única zona climática e biótica tem muitas excepções. 3. Alguns dos solos intrazonais e azonais mostram muitas características zonais» [14]. «No entanto», acrescentam, «as ordens (actuais) embora não sejam *naturais*, servem o propósito de um sistema de *classificação natural* em mostrarem relações e ajudarem a lembrar característica». Desta última afirmação permitimo-nos discordar em parte, pois não vemos que «ajude e lembrar características», por exemplo, a inclusão na mesma *ordem*, de solos tão diferentes como os *Solos das Tundras* e os *Solos Tchernozem*, ao passo que os *Solos Calcimórficos*, cujas características se aproximam destes últimos, ficam deles separados, em *ordem* diversa. Os autores reconhecem de resto que: «o sistema seria no entanto mais útil se fosse possível definir as ordens em termos de características dos solos.» [14].

Sub-Ordens.

Tanto no esquema de 1938 como no de 1949, as *sub-ordens* são designadas atendendo a características e/ou a zonas de ocorrência. Tem-se assim, por exemplo, uma *subordem* de *Solos da Zona Fria*, outra de *Solos Claros das Regiões Áridas*, na ordem zonal.

O critério genético ligado a zonas de ocorrência já não é porém aplicável às sub-ordens da ordem intrazonal. Desta maneira, o critério de classificação varia até dentro da mesma categoria taxonómica, o que não recomenda muito o sistema.

Considerando o que vem de referir-se à cerca das categorias VI e V do actual esquema americano de classificação de solos, regista-se com agrado a afirmação de que na Division of Soil Survey dos Estados Unidos se deseja actualmente que «termos indicando zonalidade ou falta dela possam eventualmente ser abandonados a favor de termos baseados em características dos solos» [14].

A caminhar-se em tal sentido, será forçoso rever o agrupamento dos grandes grupos em sub-ordens. Se o critério genético for abandonado, ou, pelo menos, se passar a conceder-se-lhe menos peso do que actualmente, esse reagrupamento poderá muito mais facilmente fazer-se de forma que se aproxime mais do desideratum de criar classificação que seja, verdadeiramente, uma *classificação natural*.

Grandes grupos.

Esta categoria, ao contrário das primeiras, parece ganhar foros de definitiva, o que não significa de forma alguma que se deva considerar completa e perfeita a lista dos *grandes grupos* que figuram nos esquemas existentes.

«The genetic bias, so strong in the order category, has been held to reasonable limits in the great soil group category even though some of the names carry strong genetic implications». [14]. Esta será provavelmente razão importante do valor que se reconhece à categoria. Um *Solo Podzol* não deixa de o ser pelo facto de se encontrar em zona que não seja a zona climática considerada própria deste grande grupo.

Quanto aos *grandes grupos*, o esquema de 1949 apresenta as seguintes inovações em relação ao de 1938 [14]:

Na ordem de *solos zonais*:

Os grandes grupos *Red Podzolic Soils* e *Yellow Podzolic Soils* reúnem-se num único grande grupo designado por *Red-Yellow Podzolic Soils*.

Inclui-se um novo grande grupo: *Gray Wooded* ou *Gray Podzolic Soils*.

Na ordem de *solos intrazonais*:

Incluem-se dois novos grandes grupos: *Humic-Gley Soils* (que abrange os *Wiesenboden*) e *Low-Humic Gley Soils*.

Na ordem de *solos azonais*:

Criou-se o grande grupo de *Regosols*, para distinguir dos *Lithosols* muitos solos pouco desenvolvidos que se encontram em rochas «não consolidadas», tais como areia e loess, as quais não têm a consistência implícita no segundo termo. Inclui portanto o antigo grande grupo de *Sands(dry)*.

No que diz respeito aos grandes grupos *Laterite Soils*, *Reddish Brown Lateritic Soils* e *Yellowish Brown Lateritic Soils*, não se fizeram ainda modificações. Afirma-se porém que toda a questão da nomenclatura dos solos lateríticos está a ser revista [14] e indicam-se opiniões e resoluções que interessa assinalar.

Laterite Soils. Manifesta-se a intenção de abandonar a designação tal como vem definida no Yearbook of Agriculture de 1938 e substituí-la por outra ainda não escolhida. Dois termos foram já propostos: *Latosol* e *Chromosol*. O grande grupo inclui os solos mais friáveis e ferruginosos dos *Red Loams* das literaturas pedológicas europeia, asiá-

tica e australiana. Pode corresponder aos *Ferruginous Laterite Soils* de Marbut.

Reddish Brown Lateritic Soils e *Yellowish Brown Lateritic Soils*. Virão provavelmente a reunir-se num grande grupo único, dada a semelhança de vários aspectos das suas estruturas e características químicas. Entre as designações propostas figuram as de *Reddish Brown Latosols* e *Reddish Brown Chromosols*.

São conhecidos alguns outros grupos de solos com óxidos livres de ferro e de alumínio, que receberão eventualmente novos nomes [14].

O texto não esclarece em absoluto se o termo *laterite* será ou não mantido para o grupo, (considerado intrazonal), de *Ground-Water Laterite Soils*.

Noutro lugar fundamentamos a opinião [16] de que, sendo verdade, como afirma Peudleton [11], que o sentido atribuído na Division of Soil Survey ao termo *laterite* não corresponde ao sentido original (de Buchanan), tão-pouco lhe corresponde o que é defendido por aquele autor [11]. O mesmo facto foi independentemente apresentado por du Preez [15]. Para pôr termo às confusões que resultam do emprego do termo *laterite* ou se desiste de utilizar o termo e seus derivados ou *por convenção* se acorda em atribuir-lhe determinado sentido, *independentemente do sentido original*.

Preferimos a solução mais radical, que poderia consistir talvez na substituição do termo *laterite* (no sentido referido no Yearbook of Agriculture de 1938), pelo termo *alite*.

Alitização constituiria vocábulo apropriado para designar conjunto de processos vulgar nas regiões tropicais, com o sentido em que, no mesmo Yearbook, se emprega o termo *laterização*. Expressões tais como *Alite Ironstone Soils* e *Alitic Ironstone Soils* poderiam então usar-se convenientemente para designar grupos de solos formados por *alitização* e apresentando couraças ferruginosas mais ou menos desenvolvidas. Aceitaríamos porém de bom grado solução diferente, se servisse para pôr cobro à confusão actual. Por isso, em conjunto com Trapnell e Van Garderen, propusemos, na Conferência Africana dos Solos, a adopção da definição de *laterite* apresentada por du Preez ⁽¹⁾.

A solução que é actualmente encarada na Division of Soil Survey não vem referida com suficiente pormenor no número já mencionado

⁽¹⁾ A definição proposta por du Preez [15] pouco difere da dada por Pendleton [11]. Corresponde ao sentido em que o termo é vulgarmente usado em vários territórios africanos.

da revista *Soil Science* para se medirem bem vantagens e inconvenientes. Se o termo *laterite* for de facto posto de parte em absoluto, não parece muito defensável criar um termo como *Latosol*, cujo radical se presta a confusões que interessa evitar. O termo *Chromosol*, por outro lado, não é, obviamente, dos mais felizes.

Entre os solos que se sabe existirem e que não foram colocados satisfatoriamente em qualquer dos grandes grupos já sancionados, figuram os seguintes [14]:

Os *Black Cotton Soils* da Índia (*Regur*).

Os solos *Shachiang* e *Lakeland Shachiang* da China.

Alguns dos *Caliche Soils* do ocidente da América do Norte, parte dos quais são semelhantes aos solos *Shachiang* da China.

Alguns dos *Black Tropical Soils* e *Black-over-Red Tropical Soils* conhecidos nas Filipinas, Índias Ocidentais, América do Sul e África.

No mesmo caso estão solos que se encontram em cinzas vulcânicas no Japão, Filipinas, Hawai e quase com certeza em outras ilhas do Pacífico, em África e na América Central. Atribui-se-lhes, embora não definitivamente, a designação de *Ando Soils*, sendo o termo «ando» derivado de palavra japonesa que significa «escuro».

Anote-se, a tal respeito, que «a dificuldade de incluir estes solos no esquema actual de classificação ilustra os defeitos de um sistema genético» [14]. Com efeito não é fácil resolver se pertencem à ordem zonal ou à intrazonal...

Procurando tomar em consideração factos relativos aos solos das regiões tropicais, reconhecidos em grande parte fora das zonas em que principalmente tem actuado, a Division of Soil Survey dos Estados Unidos encaminha-se pois para delineamento de esquema de classificação com carácter universal.

Família.

O conceito da categoria *família* continua a ser o definido no Year-book of Agriculture de 1938 — categoria intermédia entre o *grande grupo* e a *série* [13].

É pena que não seja mais largamente explanado e justificado, pois é a categoria acerca da qual há menos informações.

Riecken e Smith fazem notar que «usualmente duas ou mais séries separadas geograficamente são incluídas na mesma família, de modo

que não é provável que a família tenha utilidade para reduzir o detalhe cartográfico» [13]. Esta afirmações opõe-se a pontos de vista expressos e factos referidos por autores de estudos de solos de regiões tropicais [5] [16], o que resulta possivelmente de diferença de conceitos, mas pode ser também consequência de factos peculiares à distribuição dos solos nestas regiões.

Série. Tipo. Fase.

No seu conhecido Soil Survey Manual, publicado em 1937, escreveu Kellogg, acerca das cartas de solos referentes a estas categorias taxonómicas: «*Embora o propósito fundamental de trabalho seja servir objectivos práticos, deve necessariamente basear-se em princípios científicos.* Se tais princípios são violados, o trabalho perde o seu valor científico e também o seu valor prático» [6].

Tal afirmação não deve tomar-se como significando que na cartografia detalhada de solos, o «soil surveyor» deva actuar seguindo critério científico puro, superiormente desprendido da finalidade prática do trabalho que executa.

Para se compreender que não é de facto assim, basta ponderar o que na mesma obra o autor refere acerca da distinção de *fases*: «*As fases de um tipo de solos definem-se com base em características do solo ou do terreno (landscape) de que o solo faz parte, que são importantes em relação à utilização da terra (land use) mas não são características diferenciais do perfil do solo*» [6]. Em obra publicada em 1943, afirma ainda: «*A separação de fases depende do propósito da classificação ou cartografia, da escala do mapa, da complexidade da distribuição dos solos (soil pattern) e do tipo da agricultura (type of farming)*» [7].

Num dos artigos do symposium publicado em 1949 acentua-se que as características que se consideram para a distinção de fases, *embora com significado quanto à utilização do solo pelo homem, têm significado restrito ou nulo quanto à génese do solo* [13].

Tomemos para exemplo o caso da definição de *fases de pedregosidade*: «Em grandes secções do país, especialmente nas áreas montanhosas» — escreve Kellogg — «a pedregosidade pode ser o factor determinante quanto à classificação de terrenos. Nos solos naturalmente produtivos e com condições topográficas favoráveis para a exploração agrícola, o grau de pedregosidade é especialmente importante.

De importância primacial é a linha delimitante entre graus de pedregosidade que determinam condições (capabilities) de utilização do terreno. Assim, se um dado tipo de solo é próprio para a exploração agrícola mas em geral a fase pedregosa não o é, é da maior importância que se façam definições do tipo e da fase de forma que a linha de delimitação separe com justeza os terrenos utilizáveis para culturas dos que não o são» [6].

Não pode pois duvidar-se de que, *segundo a doutrina da Division of Soil Survey, a distinção de fases não só se faz com objectivo essencialmente utilitário, mas também com base em critério essencialmente prático.*

Subindo da categoria *fase* para a categoria *tipo*, anote-se que Jacks interpreta a prática cada vez mais dominante de se considerar número restrito de tipos, ou mesmo um único tipo, em cada série, como reflexo da tendência da classificação americana passar «from a morphological to a use basis» [3], tendência esta mais claramente ilustrada pela frase de Moon (um dos colaboradores do symposium de 1949) — «to charge the soil type with the maximum load of land use meaning» [9].

Deixemos porém a interpretação de Jacks, que é discutível, e recorramos ao texto do Soil Survey Manual para análise da doutrina da Division of Soil Survey quanto a critério de distinção de *séries*. A questão é magistralmente tratada por Kellogg, e da sua exposição extraímos os seguintes exemplos:

a) Dois solos podem ter perfis assemelhando-se muito ao normal do grupo *Gray Brown Podzolic*, excepto quanto ao facto de um deles ter um horizonte C com pH de 6,8 a 7,5, devido à presença de carbonato de cálcio, ao passo que o outro tem pH de cerca de 5,5 a 6,0. Tais solos devem ser separados, embora isso dê bastante trabalho. *Do ponto de vista prático tal separação é importante para a ciência do solo aplicada e para a agronomia.*

b) Suponha-se que diferença semelhante existe entre dois solos associados com os solos *Gray Brown Podzolic* normais, mas desenvolvidos num peneplanalto e caracterizados essencialmente por horizontes B impermeáveis, cimentados, ou muito compactos. Neste caso a importância agronómica da diferença seria materialmente menor do que no primeiro e a dificuldade de obter dados suficientes para lhe dar expressão cartográfica, muito maior. *Do ponto de vista prático a separação não seria provavelmente justificada se não houvesse aspectos externos associados à característica interna* [6].

Estes dois exemplos mostram com evidente clareza como *pontos de vista agronômicos, de ciência do solo aplicada, em suma, práticos, devem intervir no critério de distinção de séries.*

Outro aspecto da mesma questão é esclarecido por afirmações citadas no symposium de 1949, segundo as quais, onde a agricultura é extensiva permite-se frequentemente que as séries abranjam mais larga variação de propriedades, do que onde a agricultura é intensiva e/ou as práticas de utilização do solo são menos generalizadas e mais específicas [3].

Resumindo, pode concluir-se que nos trabalhos de cartografia detalhada de solos que a Division of Soil Survey executa:

1. *O critério de distinção de fases baseia-se essencialmente em considerações de ordem prática.*
2. *O critério de distinção de séries, embora partindo de princípios científicos, atende também a considerações de ordem prática.*

Factos referidos na Soil Science de Fevereiro de 1949, revelam crescente influência do ponto de vista prático em relação ao critério de distinção de séries: Duas séries, denominadas Galva e Sac estão sendo propostas como duas novas unidades, em Iowa do Noroeste [13]. Do ponto de vista pedológico, os solos são semelhantes, e, tanto quanto se sabe, não há justificação para reconhecer duas séries. O material do «solum» é, em ambos os casos, loess, e em ambos se encontram os mesmos horizontes A e B. Porém, num deles (série Sac), a cerca de 25 a 40 polegadas de profundidade existe um substrato de «medium plastic Iowa till». *A existência deste substrato não afectou o desenvolvimento do solo, pois não se reflecte em características dos horizontes, mas constitui factor importante em relação à forma da sua utilização* [13].

Recorde-se que a definição oficial de série é ainda: «Um grupo de solos tendo *horizontes genéticos* semelhantes quanto às características diferenciais e arranjo no perfil do solo, excepto quanto à textura do solo superficial, e desenvolvidos a partir de um tipo particular de material originário» [6] [13].

A separação das séries Sac e Alva corresponde a considerar-se como elemento para distinção de séries, e por razões de ordem prática, a natureza de «substrato», o qual não tem aqui, note-se ainda, qualquer relação genética com o «material originário» do «solum».

Implica portanto alteração do conceito oficial de série, de forma

a satisfazer ainda mais completamente à finalidade essencial da cartografia detalhada de solos.

Convém acentuar a este respeito que circunstâncias análogas ou semelhantes às que levaram a propôr a separação das séries Sac e Alva, não são de forma alguma raras em solos zonais e intrazonais.

Repare-se além disso que se estabelecem séries em solos azonais (como os Solos Aluvionais) [17], o que é perfeitamente lógico visto que os Solos Aluvionais têm categoria de grande grupo. Ora, nestes solos, os horizontes genéticos começam apenas a esboçar-se, ou mesmo não existem.

No mesmo artigo em que a questão é apresentada, [13], figura a seguinte afirmação que na verdade resume a tese que nos propusemos demonstrar: «*The range in properties of the soil unit or individual to be created or defined will depend on two factors, namely, the pedogenic concepts and the practical uses of the sols*».

Apreciando de forma geral o esquema americano de classificação de solos na sua actual forma, pode dizer-se que na categoria mais elevada — a *ordem*, considera apenas o critério genético; nas categorias seguintes intervem, com peso sucessivamente maior, a consideração das características do solo, ao passo que se atenua a influência do critério genético; na categoria mais baixa — a *fase*, o critério de classificação é essencialmente prático.

A tendência actual é para reduzir a influência dos pontos de vista genéticos, de forma que a classificação se aproxime mais de uma *classificação natural*.

O critério prático, que francamente domina na categoria mais baixa, afecta também, até certo ponto, as categorias imediatamente superiores (série e tipo). Tal facto é consequência do objectivo fundamental da cartografia detalhada de solos e das realidades inerentes à sua execução.

Com efeito, a aplicação de critério rígida e exclusivamente científico na cartografia detalhada de solos, poderia obrigar, em certos casos, a considerável dispêndio de esforço e dinheiro para dar expressão cartográfica e diferenças que — tanto quanto se sabe — não teriam probabilidades de interessar para o objectivo em vista, ao passo que noutros casos teria que ignorar-se deliberadamente diferenças que se sabe terem grande importância em relação a esse mesmo objectivo.

Não quer isto dizer, evidentemente, que por influência da finalidade prática do trabalho, deva deixar-se de considerar os solos como entidades, tomando em vez disso isoladamente esta ou aquela caracte-

rística, (ou a interpretação do seu significado prático), como base de classificação. Isso corresponderia a «fugir à tarefa de *classificação de solos* quando ela é especialmente necessária — durante o trabalho de campo» [10]. Então haveria, de facto, «violação de princípios científicos» e não só a classificação perderia valor do ponto de vista científico, como o trabalho poderia ficar longe de atingir os objectivos práticos que pretendia satisfazer.

Neste sentido deve, ao que julgamos, interpretar-se a afirmação de Kellogg com que abrimos a exposição relativa às categorias taxonómicas inferiores da classificação americana. Assim parecem interpretá-la Moon et al. [10] em artigo publicado na *Soil Science* de Fevereiro de 1949.

OBRAS CITADAS

ABLEITER, J. K.

- [1] 1949 Soil Classification in the United States. *Soil Sci.* 67:183-191.

JACKS, G. V.

- [2] 1934 Soil, Vegetation and Climate. *Imp. Bur. Soil Sci. Techn. Comm.* N° 29.

- [3] 1946 Land Classification. *Imp. Bur. Soil Sci. Techn. Comm.* N° 43.

JOFFE, J. S.

- [4] 1936 Pedology.

JONES, G. H. G.

- [5] 1948 Suggestions for Systematic Soil Classification and Nomenclature. *Conf. Africaine des Sols. Goma.*

KELLOGG, C. E.

- [6] 1937 Soil Survey Manual. U. S. Dept. Agr. *Miscell. Publ.* N° 274.

- [7] 1943 The Soils that Support Us.

MILNE, G.

- [8] 1935 Composite Units for the Mapping of Complex Soil Associations. *Proc. and Papers 3rd Int. Congr. Soil Sci.* 1:345-347.

MOON, J. W.

- [9] 1938 The Soil Type as a Unit for Land Classification in the Tennessee Valley Area. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 2:489-493.

MOON, J. W., W. S. LIGON and J. R. HENDERSON

- [10] 1944 Soil Classification and Soil Maps: Original Field Surveys. *Soil Sci.* 67:169-175.

PENDLETON, R. L. and S. SHARASUVANA

- [11] 1942 Analysis and Profile Notes of some Laterite Soils and Soils with Iron Concretions of Thailand. *Soil Sci.* 54:1-26.

PENDLETON, R. L.

- [12] 1948 What can be done to facilitate the Classification of African Soils? *Conf. Africaine des Sols. Goma.*

RIECKEN, F. F. and G. D. SMITH

- [13] 1949 Lower Categories of Soil Classification: Family, Series, Type, Phase. *Soil Sci.* 67: 107-116.

THORP, J. and G. D. SMITH

- [14] 1949 Higher Categories of Soil Classification: Order, Suborder and Great Soil Groups. *Soil Sci.* 67:117-126.

du PREEZ, J. W.

- [15] 1948 Laterite: A general Discussion with a Description of Nigeria Occurrences. *Conf. Africaine des Sols. Goma.*

BOTELHO DA COSTA, J. V. e A. L. AZEVEDO

- [16] 1948 Characteristics and Distribution of Some Soil Groups of Angola. *Conf. Africaine des Sols. Goma.*
- [17] 1938 Soils and Men. Yearbook of Agriculture. U. S. Dept. of Agr.

Uma nova gramínea a incluir na flora portuguesa: *Aristella bromoides* (L.) Bertol.

pelo

Prof. JOÃO DE CARVALHO E VASCONCELLOS

da Cadeira de Botânica

e

MANUEL CALHEIROS BRAGA

Tirocinante de Agronomia

O inventário da flora do nosso País está ainda longe de ser completo. Por este motivo é frequente que novas herborizações regionais, efectuadas com um carácter de maior minúcia, tragam novidades, quer quanto à distribuição topográfica, quer mesmo no que diz respeito ao aumento do elenco florístico.

É o que se passa, presentemente, com trabalhos de herborização, embora de carácter escolar, realizados em Vila Viçosa.

Entre os exemplares herborizados figura uma gramínea não citada nas floras de Brotero, Pereira Coutinho e Sampaio, nem no recente trabalho de A. Fernandes e R. Fernandes — Herb. nos Dom. da Fund. da Casa de Bragança — II-Vila Viçosa (1948).

Os caracteres dos exemplares colhidos pelo segundo dos autores desta nota não condiziam com as chaves e descrições das Floras acima citadas, motivo por que se recorreu às floras espanholas, dada a proximidade de Vila Viçosa à fronteira.

Foi fácil incluir a planta em questão na tribo das agrostídeas.

Procurou-se depois a sua determinação, tendo-se verificado que os seus caracteres coincidiam com os indicados para a *Stipa Aristella* L. ou *Aristella bromoides* (L.) Bertol., nome este que nos parece mais lógico por considerarmos conveniente e justificada a segregação do género *Aristella* Bertol. do género *Stipa* L..

O género *Aristella* Bertol., Fl. Ital. I: 690 (1833) distingue-se por espiguetas unifloras paniculadas, glumas excedendo a flor sésil, sub-

iguais e cuspidadas, glumela inferior não incluindo a superior, com uma arista subterminal simples não torcida na base nem geniculada; anteras com o ápice nú.

Difere, pois, do género *Stipa* L., que possui flores estipitadas, glumela inferior envolvendo a superior, arista inferiormente torcida e geniculada, e anteras pilosas no ápice.

Referências e diagnose

Aristella bromoides Bertol. Fl. Ital. I: 690 (1833); Willkomm et Lange, Prod. Fl. Hisp. I: 61 (1870); Bonnier, Fl. Comp. de la France Suisse e Belgique XII: 6.

Agrostis bromoides L., Mant. I: 30 (1767).

Stipa Aristella L., Syst. Nat. ed. 12 iii App.: 229 (1768); Steudel, Syn. Pl. Gram.: 131 (1855); Rouy, Fl. de France XIV: 98 (1913); Hegi, Illustr. Fl. von Mittel-Europa I, ed. 2:285 (1935); Caballero, Fl. Anal. de España: 100 (1940).

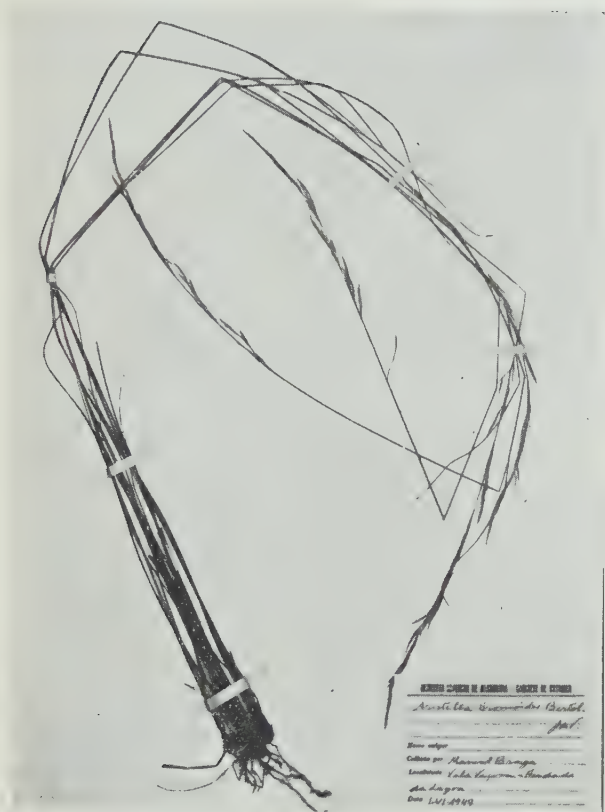
Stipa bromoides (L.) G. Beck in Glasn. Zem. Mus. Bosn. et Hersegov. XV: 17 (1903).

Planta vivaz de rizoma espesso; colmos finos, rígidos e erectos, atingindo 1 m; folhas com lígula muito curta, limbo enrolado, comprido, erecto, glabro e áspero na página superior; panícula afastada da folha superior, pouco ramificada, frouxa, estreita, com ramos pouco afastados do eixo, delgados, os inferiores geminados; espiguetas unifloras esverdeadas, lineares, com cerca de 1 cm de comprimento excluindo a arista; glumas cuspidadas trinérveas e subiguais; glumela inferior vilosa sobretudo na base, com arista não retorcida, nem geniculada, subterminal e atingindo até três vezes o comprimento da glumela inferior (cerca de 1,5 cm); glumela superior com cerca de metade do comprimento da inferior e não envolvida por esta.

Área de distribuição: Região Mediterrânea, sendo no entanto planta pouco frequente.

Especimen: Vila Viçosa, Herdade da Lagôa (na qual foram vistos muito poucos exemplares): 1-VI-1949 — Manuel Calheiros Braga — LISI.

Exsiccata: *Stipa Aristella* L. Flora Palaestinae Exs.: 103 — LISE n.º 20.692.



Exemplar de herbário



Dois aspectos da espiqueta

Aristella bromoides (L.) Bertol.

Pinus Thunbergiana

et

Pinus Clusiana var. corsicana

a

JOÃO DO AMARAL FRANCO

Instituti Superioris Agronomiae Assistente

In *Flora Japonica* (1784) cl. *Thunberg* japonicarum pinorum quinque species descripsit, quibus nomina a Linnaeo in 1753 fundata sed aliis speciebus pertinentes imputavit. Inter primas, species est ab japonicis *Kuromatsu* dicta quae *Thunberg* ab errore *Pinum sylvestrem* L. denominavit et ab hac sequentibus characteribus bene distincta: cortice atrocinereo cito in squamis porrectis fisso, ramis crassioribus, gemmis albis eresinosis, foliis squamiformibus in ramis biennibus vel quadriennibus seorsum solventibus, foliis linearibus rigidis crassioribus 6-12 cm longis hypodermate evoluta et canalibus resiniferis centralibus, pinea majore et seminis 5-7 mm longis.

Siebold et *Zuccarini* (1842) *Kuromatsu* ut species a *Lambert* (1803) *Pinus Massoniana* denominata aestimaverunt, sed *Pinus Massoniana* vera in Sina austro-orientale sponte crescit et ab japonica specie differt foliis squamiformibus esolventibus, foliis linearibus majoribus (12-20 cm) tenuissimis hypodermate subnulo et canalibus resiniferis marginalibus, pinea paullo majore et angustiore.

Parlatore (1868) primus fuit qui *Kuromatsu* ut species distincta recognovit et *Pinum Thunbergii* eam nominavit in honorem Caroli Petri *Thunberg*. Tamen modo invenimus nomen *Pinum Thunbergii* a *Lambert* anno 1824 ad alteram speciem propositum. Re ipsa *Lambert* (*A Description of the Genus Pinus* ed. 1, II: pref. v) scribet: «Having lately seen drawings done by Japanese artists of the *Pinus Abies* and *Larix*, noticed by *Thunberg* in the *Flora Japonica*, I am now fully satisfied of their being perfectly distinct from the European species, with which

Thunberg has confounded them, as I had at first suspected. For the former I would suggest the name of *Pinus Thunbergii*; and for the latter, noticed by Kaempfer, that of *Pinus Kaempferi*.» *Pinus Thunbergii* *Lamb.* verosimiliter multo *Piceae politae* (*Sieb. et Zucc.*) *Carr.* synonymum est, unde jam proposita combinatio *Piceae Thunbergii* (*Lamb.*) *Aschers. et Graebn.*, sed ad confirmationem argumenta decretoria in hodiernum non sunt. Ob anteriorem synonymum *Pinum Thunbergii* *Lamb.* (1824), *Pinus Thunbergii* *Parl.* (1868) ante art. 16 Nomenclaturae Botanicae Legium (1935) nomen illegitimum est. Pro *Pino Thunbergii* *Parl.*, ante art. 70 § 4 relatarum Legium, *Pini Thunbergianae* nomen proponimus, nomen quod aequaliter illustrem suum botanicum et Linnaei discipulum commemorat.

***Pinus Thunbergiana* Franco, nov. nom.**

Pinus sylvestris L. sec. *Thunb.*, Fl. Japon. 274 (1784); non L. (1753).

Pinus Massoniana *Lamb.* sec. *Sieb. et Zucc.*, Fl. Japon. II: 24, t. 113, 114 (1842); non *Lamb.* (1803).

Pinus Thunbergii *Parl.* in DC. Prodr. XVI (2): 388 (1868); non *Lamb.* (1824).

Pinus Thunbergiana *Franco*, quae ex Japoniae speciebus ligni pretiosior et in japonicis hortis sub formas nanas valde culta, subsequentes formas cultas continet:

1. ***Pinus Thunbergiana* for. *monophylla* (Endl.) Franco, nov. comb.**
Pinus Massoniana [var.] σ *monophylla* *Sieb. et Zucc. ex Endl.*, Syn. Conif. 174 (1847).
2. ***Pinus Thunbergiana* for. *variegata* (Endl.) Franco, nov. comb.**
Pinus Massoniana [var.] β *variegata* *Sieb. et Zucc. ex Endl. loc. cit.*
3. ***Pinus Thunbergiana* for. *Oculus-draconis* (Mayr) Franco, nov. comb.**
Pinus Thunbergii var. *Oculus draconis* *Mayr, Monogr. Abiet. Jap. Reich.* 89 (1890).
4. ***Pinus Thunbergiana* for. *tigrina* (Mayr) Franco, nov. comb.**
Pinus Thunbergii var. *tigrina* *Mayr loc. cit.*

5. **Pinus Thunbergiana** for. **globosa** (Mayr) Franco, nov. comb.
Pinus Thunbergii var. globosa Mayr loc. cit.
6. **Pinus Thunbergiana** for. **tortuosa** (Mayr) Franco, nov. comb.
Pinus Thunbergii var. tortuosa Mayr op. cit. 90.
7. **Pinus Thunbergiana** for. **pendula** (Mayr) Franco, nov. comb.
Pinus Thunbergii var. pendula Mayr loc. cit.

*

*

*

Pinus Clusiana Clem. ex Ar., Ad. Agr. Gen. Herrera II (3): 404 (1818).

var. **corsicana** (Loud.) Franco, nov. comb.

Pinus Laricio Poir. in Lam., *Encycl. Méth. Bot.* V: 339 (1804); non Santi (1795).

Pinus Laricio [var.] l. corsicana Loud., *Arbor. et Fruticet. Brit.* IV: 2201 (1838).

Pinus Laricio [var.] α. Poiretiana Ant., *Conif.* 6 (1840).

Pinus Laricio [ssp.] a. Poiretiana Endl., *Syn. Conif.* 178 (1847).

Pinus nigra Arn. var. Poiretiana (Ant.) Aschers. et Graebn., *Syn. Mitteleurop. Fl.* ed. 1, I: 214 (1897).

Pinus Laricio f. Poiretiana (Lambert) Antoine ex Ronn. in *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* LXXIII: 129 (1923).

Pinus nigra f. Poiretiana (Ant.) Palib. in *Bull. Appl. Bot. & Pl. Breed.* XVIII (2): 7 (1927-28).

Pinus maritima Mill. ssp. Laricio (Poir.) O. Schwz. in *Notizbl. Bot. Gart. Berlin* XIII (117): 239 (1936).

Pinus nigra ssp. Laricio (Poir.) Franco, *Dendr. Florest.* 56 (1943).

Pinus Clusiana var. Poiretiana (Lamb.) HV. in *Berich. Schweiz. Bot. Ges.* LVII: 152 (1947).

Cl. Huguet del Villar (1947) Pinum Clusianam Clem. ex Ar. (1818) in substitutionem Pini nigrae Arn. (1785) nom. prov. et P. Laricionis Poir. (1804) non Santi proposuit. Ille Corsicae pinum ut

Pini Clusianae varietas sic aestimavit: «var. *Poiretiana* (Lamb. 1928) Ant. (1840) sub *P. Lar.* = *P. Laricio* Poir. (1804) str. s.» Autem notandum est quod Lambert (1824, 1828 et 1832) epithetum Poiretianam nunquam adhibuit. In citatione supra, annum 1928 plane typographicus error pro 1828 est.

In varietatis statu, Corsicae pinus legitime primo *Pinus Laricio* var. *corsicana* Loud. (1838) denominata est et hinc novam combinationem quam proponimus.

Calabriae pinus varietate nostra valde affinis videtur et forsam eadem. *Pinus Laricio* var. *calabrica* Loud. (1838) nomen nudum est.

Que é o salgueiro preto ?

por

JOÃO DO AMARAL FRANCO

Assistente do Instituto Superior de Agronomia

No decurso das nossas investigações sobre a flora lenhosa portuguesa, levantou-se de há muito uma dúvida a respeito da distinção dos salgueiros *Salix cinerea* L. e *S. atrocinera* Brot. Na verdade, por mais pesquisas que tenhamos feito nunca conseguimos observar, quer em material de herbário quer no campo, exemplares que fielmente traduzissem uma ou outra das descrições dadas por Pereira Coutinho (1913, 1935, 1936 e 1939) antes, pelo contrário, sempre vimos exemplares cujas características compartilhavam de ambas. Impressionados com o facto, ainda que, em certa altura, tivéssemos quase a certeza de que na realidade só existia uma espécie, resolvemos colher material em diferentes pontos do País para o confrontar em Kew. Aqui, com a ajuda de Mr. J. D. Meiklê, que trabalha no género *Salix* L. no Herbário dos Reais Jardins Botânicos de Kew, chegámos à conclusão definitiva de que todos os exemplares portugueses pertenciam especificamente à *Salix cinerea* L. Repare-se que Ferreira de Almeida (1944) também já chegara à conclusão de que as *S. cinerea* L. e *S. atrocinera* Brot., mencionadas por Pereira Coutinho, só correspondiam a uma mesma espécie, mas na ocasião não teve elementos para acertar a nomenclatura.

O motivo, que levou alguns autores, que estudaram a flora portuguesa, a admitir a existência de duas espécies distintas, ainda que afins, está com certeza no exame apenas de material de herbário ou então também em observações feitas no campo mas sem atender ao modo de vegetação. É facto bem reconhecido que os estudos dendrológicos não podem limitar-se à observação de ramos e folhas em exemplares de herbário, porquanto quase sempre as respectivas etiquetas não têm qualquer indicação referente ao tipo de ramo, à sua situação na copa, à maior ou menor insolação recebida, à idade do indivíduo, às boas ou

más condições de vegetação, etc., e sem estes dados não se consegue fazer um trabalho criterioso, por falta de elementos seguros de comparação. O estudo das plantas lenhosas, sob o ponto de vista sistemático, só é eficaz quando quem a eles se dedicar se decidir a observar minuciosamente no campo e, depois, colher material de herbário devidamente catalogado. Assim, por exemplo, a variação da forma, recorte, dimensões e indumento das folhas é muito ampla por espécie, se nela englobarmos *grosso modo* folhas de qualquer inserção, mas, se conseguirmos localizar esta, já poderemos trabalhar mais seguramente. Por causa de tão vasta amplitude de variação, não é de estranhar que autores, só habituados ao trabalho de herbário, reconheçam em dada espécie variedades ou formas baseadas em aspectos de folhas que, na realidade, existem ou podem existir sobre a mesma planta, porquanto as distinções estabelecidas correspondem à diferenciação desses aspectos de folhas, mas com a diferença que pertencem a tipos particulares de ramos (ramos adventícios, ramos de luz, ramos de sombra, ramos curtos, etc.) e não a indivíduos distintos. As deficiências neste sentido são numerosas nos estudos dendrológicos e, com a iniciação de estudos pormenorizados no campo, acompanhando a vegetação dos exemplares e procurando esclarecer de cada vez as possíveis influências mesológicas e genéticas, estamos certos de que muitos nomes vão passar à sinonímia, sobretudo nos grupos inferiores à espécie.

Vejamos agora a história da nomenclatura botânica do salgueiro preto, também conhecido por borrazeira preta, referente a exemplares portugueses.

Brotero (1804) só admite uma espécie, descrita a partir de exemplares das margens do Mondego, que denominou *Salix atrocinerea* e de que não há exemplar tipo, conforme verificámos no herbário de Brotero, conservado no Instituto Botânico de Lisboa. No entanto, este autor reconhece que a sua espécie é próxima da *S. cinerea* L., pois que, no fim da descrição, acrescenta: «*Affinis S. cinereae Linn.*»

Willdenow (1805) dá, sob o nome de *Salix cinerascens* Link, a descrição dum salgueiro existente em Portugal e comunicado por Link, que corresponde perfeitamente ao nosso salgueiro preto. Willdenow não cita nenhum sinónimo nem menciona *S. atrocinerea* Brot.

Lange (1870) considera em dúvida a *S. atrocinerea* Brot. como sinónimo da *S. phlycifolia* L. e indica a *S. cinerea* L. como existindo em Portugal e Espanha.

A supra citada opinião de Lange foi refutada por Pereira Coutinho (1889), que demonstrou claramente que a *S. atrocinerea* Brot. não se

distinguia especificamente da *S. cinerea* L. e que nada tinha a ver com a *S. phyllicifolia* L. De facto, estas duas espécies lineanas distinguem-se perfeitamente como segue:

S. cinerea L. — Pequena árvore ou arbusto; ramos cinzento-tomentosos, pelo menos até ao 2.º ano; gomos mais ou menos cinzento-tomentosos; folhas verde-escuras e glabrescentes na página superior, cinzento-(às vezes por fim acastanhado)-tomentosas na página inferior; estípulas semireniformes; amentilhos anteriores às folhas; estames com os filetes mais ou menos vilosos inferiormente; estilete tão comprido como os estigmas; cápsulas com pedicelo 3-4 vezes maior que a glândula nectarífera.

S. phyllicifolia L. — Arbusto; ramos glabros ou só pubescentes em muito novos; gomos puberulentos ou glabrescentes; folhas verdes na página superior e glaucas na inferior, glabras (remotamente pubescentes na página inferior enquanto jovens); estípulas semicordiformes; amentilhos contemporâneos com as folhas; estames com os filetes sempre glabros; estilete maior que os estigmas; cápsulas com pedicelo 2-3 vezes maior que a glândula nectarífera.

Pereira Coutinho (1899) mantém o seu anterior critério de considerar a *S. atrocinearea* Brot. como sinónimo de *S. cinerea* L., mas estabelece quatro formas (fors. *parvifolia*, *vulgaris*, *longifolia* e *latifolia*) que verificámos existirem conjuntamente no mesmo exemplar, mas em tipos diversos de ramos. Note-se que a forma, as dimensões, a consistência e o indumento das folhas variam muito com o facto destas estarem sobre ramos normais ou adventícios, à luz ou à sombra, e também com as condições de humidade do sítio onde se desenvolve o exemplar.

O critério de Pereira Coutinho, no referente a considerar a *S. atrocinearea* Brot. como perfeito sinónimo da *S. cinerea* L., foi abalado pelas afirmações de Sampaio (1908). Este autor indicou que a *S. atrocinearea* Brot., ainda que afim da *S. cinerea* L., diferia o suficiente para lhe dar categoria dentro da espécie e, assim, passou a designá-la *S. cinerea* L. raça *atrocinerea* (Brot.) Samp. Antes de mais, queremos lembrar que esta classificação de Sampaio não é legítima, porquanto o termo *raça* não vem mencionado nas Regras Internacionais de Nomenclatura Botânica (1935), nem sabemos, ao certo, o que é que este autor pretende representar assim. Dos caracteres diferenciais de tal raça, dados por Sampaio, temos a excluir a referência aos amentilhos masculinos centrípetos (e não centrífugos), pois que nada de concreto e fixo traduz. Como o nosso colega Ferreira de Almeida (1944) sobejamente demons-

trou e nós próprios tivemos ocasião de observar em exemplares das Serras de Sintra e da Estrela, da Beira Baixa e do Ribatejo, os amêntilhos são umas vezes centrípetos e outras centrífugos, aparecendo conjuntamente no mesmo indivíduo.

Influenciado possivelmente pela opinião de Sampaio, Pereira Coutinho (1913, 1935, 1936 e 1939) passou a admitir em Portugal a presença de *S. cinerea* L. e *S. atrocinerea* Brot., dando, contudo, características diferenciais nem sempre constantes, o que é mais uma prova para reforçar o ponto de vista de aqueles dois nomes só corresponderem a um mesmo tipo.

Em 1913, Pereira Coutinho considera a *S. atrocinerea* Brot. como variedade da *S. cinerea* L. e só em 1935 é que admite as duas espécies. A respeito da existência da *S. cinerea* L. em Portugal, Pereira Coutinho (1935) diz em nota de fim de página: «Creio que a *S. cinerea* é pouco frequente em Portugal, misturada e confundida com a espécie broteriana. Tenho no meu Herbário um exemplar muito completo e muito característico da *S. cinerea* colhido em Bragança, no ano de 1878.» Este exemplar, actualmente no Herbário do Instituto Botânico de Lisboa, acho-lo idêntico aos mais da *S. atrocinerea* Brot. que conhecemos.

Henriques (1913) segue a classificação de Pereira Coutinho (1899).

O salgueiro preto pertence apenas a uma espécie e esta é a *Salix cinerea* L., como atrás dissemos. Todavia, como Sampaio (1908) já apontara e Pereira Coutinho (1913) confirmou, o salgueiro preto ou borrazeira não corresponde ao tipo da *S. cinerea* L. e deve ser considerado como subdivisão desta na categoria de variedade, cabendo-lhe o nome de *Salix cinerea* L. var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout. É interessante notar que Pereira Coutinho (1913) menciona *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) [Samp.], mas esta alusão a Sampaio, em boa verdade, não tem razão de ser, porque Sampaio admitiu a combinação como raça e não como variedade. Esta variedade distingue-se fundamentalmente do tipo por: folhas verde-escuras na página superior e glaucas ou glaucescentes na inferior, em breve mais ou menos glabrescentes nas duas páginas.

No referente à cariologia, Ferreira de Almeida (1944) encontrou sempre o número somático $2n = 76$ em observações feitas em material de salgueiro preto colhido em bem distintos pontos de Portugal e verificou que a meiose decorria de modo idêntico em todos os indivíduos. Richens (1945) indica também $2n = 76$ para o número somático da *S. cinerea* L., que é um tetraploide.

Ainda que o nosso fim neste artigo fosse demonstrar que em Portugal a *S. cinerea* L. só está representada pela sua var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout., achamos útil referir aqui a opinião dum autor estrangeiro a respeito da origem da *S. atrocinerea* Brot. Com efeito, Camus (1904: 280) considera a *S. atrocinerea* Brot. não como sinónimo ou subdivisão da *S. cinerea* L., mas sim como um possível híbrido entre as *S. cinerea* L. e *S. purpurea* L. O ponto de vista de Camus, se bem que baseado no estudo de plantas francesas que considerou como *S. atrocinerea* Brot., não tem razão de ser em relação à verdadeira *S. atrocinerea* Brot., pelas seguintes razões: 1.^a) A *S. atrocinerea* Brot. é o salgueiro mais comumente encontrado em Portugal, em condições da mais manifesta espontaneidade e frequentemente isolado de outras espécies do género; 2.^a) a *S. cinerea* L. tipo não se encontra em Portugal, apenas cá está representada pela *S. atrocinerea* Brot.; 3.^a) a *S. purpurea* L. é muitíssimo rara em Portugal, sendo apenas conhecida das margens do Douro; a 4.^a) as *S. cinerea* L. e *S. atrocinerea* Brot. são tetraploides, enquanto que a *S. purpurea* L. é diploide, pelo que a *S. atrocinerea* Brot., se fosse o híbrido *S. cinerea* $\times$ *purpurea*, deveria ser triploide, tal como Ferreira de Almeida (1944) demonstrou para a $\times$ *S. Nobrei* Samp., híbrido natural entre as *S. salvifolia* Brot. e *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout., cujos progenitores são respectivamente diploide e tetraploide.

Antes de prosseguir, convém aqui citar o caso dos exemplares portugueses de *S. aurita* L. Pereira Coutinho (1899) admite em Portugal a existência desta espécie, que diz encontrar-se frequentemente associada à sua *S. cinerea* L. Todavia, o material que Pereira Coutinho observou é bastante incompleto (com folhas novas e amentilhos atrasados) e, por isso, aquela asserção afigura-se-nos pouco precisa. Sampaio (1908) já afirmara que a *S. aurita* L. não existia em Portugal e que a planta como tal classificada por Pereira Coutinho não era mais do que a *S. atrocinerea* Brot. Nas nossas observações nas regiões mencionadas por Pereira Coutinho onde deveria existir a *S. aurita* L., nunca encontramos exemplares que lhe pudessem pertencer e, como os exemplares citados por Pereira Coutinho como desta espécie, vêm todos de regiões onde domina a *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout., parece-nos acertada a opinião de Sampaio. Repare-se também que os exemplares de herbário referidos por Pereira Coutinho não podem distinguir-se com rigor de outros em igual estado de vegetação pertencentes à *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout. Por outro lado, a descrição que Pereira Coutinho dá sob *Salix aurita* L. condiz perfeitamente

com muitos exemplares da *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout. e nela se incluem todos os casos de folhas sobre o largo e ramos glabrescentes.

A nomenclatura e a caracterização do salgueiro preto são como segue:

Salix cinerea L. var. **atrocinerea** (Brot.) P. Cout.

- S. atrocinerea* Brot., Fl. lusit. I: 31 (1804); P. Cout., Supl. Fl. Port. 35 (1935); Fl. lenh. portug. 51 (1936) et Fl. Port. ed. 2: 191 (1939); Samp., Fl. Port. ed. 2: 141 (1946).
- S. cinerascens* Link ex Willd., Sp. Pl. IV (2): 706 (1805).
- S. cinerea* L. sec. P. Cout. in Agric. Contemp. IV (11): 173 (XII-1889), Bol. Soc. Brot. XVI: 17 (VII-1899), Fl. Port. ed. 1: 160 (1913), Supl. Fl. Port. 35 (1935), Fl. lenh. portug. 51 (1936) et Fl. Port. ed. 2: 190 (1939); non L. (1753) p. p. typ.
- S. cinerea* fors. *parvifolia*, *vulgaris*, *longifolia* et *latifolia* P. Cout. in Bol. Soc. Brot. XVI: 18 (VII-1899); Henriq., Esb. Fl. Bacia Mondego: 100 (1913).
- S. cinerea* raça *atrocinerea* (Brot.) Samp. in Bol. Soc. Brot. XXIV: 103 (1908) et Man. Fl. Port. 119 (1910); nom. illegit.
- S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout., Fl. Port. ed. 1: 160 (1913).
- S. cinerea* var. *atrocinerea* fors. *parvifolia*, *vulgaris*, *longifolia*, *latifolia* et *glabrescens* P. Cout., Fl. Port. ed. 1: 160 (1913).
- S. atrocinerea* for. *glabrescens* (P. Cout.) P. Cout., Supl. Fl. Port. 35 (1935), Fl. lenh. portug. 51 (1936) et Fl. Port. ed. 2: 191 (1939).
- S. aurita* L. sec. P. Cout. in Bol. Soc. Brot. XVI: 20 (VII-1899), Fl. Port. ed. 1: 160 (1913), Fl. lenh. portug. 51 (1936) et Fl. Port. ed. 2: 191 (1939); non L. (1753).

Pequena árvore ⁽¹⁾, às vezes arbustiva nas maiores altitudes ou por efeitos de cultura, de pernadas patentes formando copa ampla por fim arredondada e de ritidoma liso e cinzento, mais tarde tornando-se um tanto espesso, fendido e de tom cinzento à superfície e sobre o castanho no interior das fendas; ramos curtos e nodosos (os adventícios

⁽¹⁾ O maior exemplar, que conhecemos, está junto à ponte da Denouro, limite do Alcaide e concelho do Fundão, e tem 10 m de altura e 54 cm de DAP.

bastante alongados), castanhos ou castanho-avermelhados mas geralmente acinzentado-tomentosos de começo, costados quando descascados; gomos mais ou menos tomentosos (às vezes uns tomentosos e outros glabrescentes no mesmo indivíduo), avermelhados ou amarelados, ovóides e com $4-7 \times 3-4$ mm. Folhas agudas ou obtusas, acunheadas ou arredondadas na base, verde-escuras na página superior e glaucas ou glaucescentes na inferior, de princípio pubescentes na página superior e tomentosas na inferior mas em breve glabrescentes e geralmente só ficando com pubescência (branca ou arruivada) sobre as nervuras reticulado-salientes da página inferior, subinteiras ou serrilhadas, polimorfos: 1) *nos ramos normais*: lanceoladas, oblongas ou mais ou menos obovadas, menores e subcoriáceas nos ramos bem iluminados, maiores e menos consistentes nos ensombrados, com $25-85 \times 8-42$ mm; e 2) *nos ramos adventícios*: frequentemente oblongas ou espatuladas, sub-herbáceas, atingindo 140×52 mm; pecíolo acinzentado-tomentoso, com 3-8 mm nas folhas dos ramos normais e até 20 mm nas dos adventícios; estípulas semireniformes, subinteiras ou remotamente serrilhadas, verdes na página superior e glaucas na inferior, pequenas e caducas nos ramos normais mas bastante grandes e persistentes nos adventícios. Amentilhos anteriores às folhas, axilares, densifloros, acetinados, subsésseis e com algumas pequenas folhas sobre o curto pedúnculo, unissexuais, geralmente só de um sexo em cada planta mas às vezes aparecendo masculinos e femininos no mesmo indivíduo; brácteas elípticas ou obovadas, celheadas, discolores e denegridas ou avermelhadas no ápice; uma glândula nectarífera por cada flor; amentilhos masculinos centrípetos ou centrífugos (no mesmo ramo ou em exemplares diferentes), oblongos, obtusos, com $25-45 \times 7-10$ mm, estames em número de dois ⁽¹⁾ por flor, com os filetes lineares livres e mais ou menos vilosos na parte inferior, anteras rosadas de começo, amarelo-douradas na antese e acastanhadas depois; amentilhos femininos oblongos, ovário tomentoso com estilete curto e estigmas espessos, pequenos e divergentes. Amentilhos frutíferos curtamente pedunculados (pedúnculo com cerca de 5 mm), cilíndricos, caducos após a maturação ou raras vezes algum marcescente, compridos de 3-6 cm e de ráquis hirsuto; cápsulas lageniformes, verde-claras em imaturas e castanho-claras na maturação, com $5-6 \times 1,5-2$ mm, tomentosas, com pedicelo 3-4 vezes maior do que a glândula nectarífera.

(¹) Ferreira de Almeida (1944) cita casos de flores com 3,4 e 5 estames.

A floração dá-se nos meses de Fevereiro e Março e a maturação por todo o mês de Abril.

O salgueiro preto encontra-se espontâneo em todo o Portugal, especialmente nas margens dos cursos de água e nos terrenos húmidos, quer em baixas quer em grandes altitudes (Serras da Estrela e do Gerês, por exemplo). Frequentemente está associado à borrazeira branca (*Salix salvifolia* Brot.), também chamada nalgumas regiões (Beira Baixa, por exemplo) salgueiro branco ⁽¹⁾, sendo ambos os salgueiros mais vulgares em Portugal. Além de espontâneos, o salgueiro preto e a borrazeira branca são muitas vezes usados na consolidação das margens dos cursos de água, pela forma rápida como as suas estacas enraizam e se agarram à terra.

Já que mencionámos a borrazeira branca, vamos de novo chamar a atenção para o facto de, na literatura estrangeira, haver grande confusão a seu respeito. Como Pereira Coutinho (1899) já apontara, esta espécie foi nomeada *Salix salvifolia* primeiramente por Brotero em 1804 e descrita a partir de exemplares portugueses. Muitos autores estrangeiros não citam a espécie broteroana mas referem o nome *Salix salviaefolia* Link ex Willd., Sp. Pl. IV (2): 688 (1805), posterior ao de Brotero, e atribuem-no a um possível híbrido. A espécie de Link, segundo a descrição de Willdenow, tem que ser a mesma de Brotero, pois está baseada apenas em exemplares portugueses. Esta última, cujo modo de distribuição, tão abundante, em condições de espontaneidade manifesta, como já o afirmara Pereira Coutinho (1899), é um argumento de peso para não considerá-la como forma híbrida, de modo algum poderia ser resultado do cruzamento entre as *Salix Elaeagnos* Scop. e *S. Caprea* L., como o pretende Rehder (1940), visto que os supostos progenitores nunca foram sequer observados em Portugal. É ainda de acrescentar que Brotero (1804: 30) deu uma descrição completa, com minúcias sobre os amentilhos e flores, ao passo que Willdenow refere que nunca viu amentilhos e só descreve caracteres vegetativos para a sua *S. salviaefolia* Link.

⁽¹⁾ O nome de salgueiro branco é também aplicado noutros pontos do País à *S. alba* L.

SUMMARY

The A. in his investigations on the portuguese woody flora, wheter in the field or in the herbaria, never could find any difference between the willows *Salix cinerea* L. and *S. atrocinerea* Brot. as described by portuguese authors. Thinking that in fact there was only one species, the A. collected material in different parts of Portugal for comparison at Kew, where with the help of Mr. R. D. Meikle, to whom he is greatly indebted, he was confirmed in such opinion that in Portugal only exist one species: *S. cinerea* L.

The A. gives an historical sketch of the nomenclature of the said species in Portugal, acknowledges that the portuguese specimens belong to a particular variety (*S. cinerea* L. var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout.) and also concludes that the willow called *S. aurita* L. by Pereira Coutinho is the same as the *S. cinerea* var. *atrocinerea* (Brot.) P. Cout.

In the end, the A. mentions that an other willow, very common in Portugal, is frequently named *S. salviaefolia* Link ex Willd. (1805) in foreign litterature, when the correct name must be *S. salvifolia* Brot. (1804). Some foreign botanists, among them Rehder (1940), consider this species as an hybrid between *S. Caprea* L. and *S. Elaeagnos* Scop., an opinion that the A. refutes as impossible, because these two last species never were found in Portugal.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J. F. de L. Ferreira de

1944 *Contribuição para o conhecimento cario-sistemático do género Salix L.*
Rel. Final do Curso de Eng. Silvicultor. Univ. Técn. Lisboa.

BROTERO, F. A.

1804 *Flora lusitanica*, vol. I. Ulyssipone.

CAMUS, A. et E. G. CAMUS

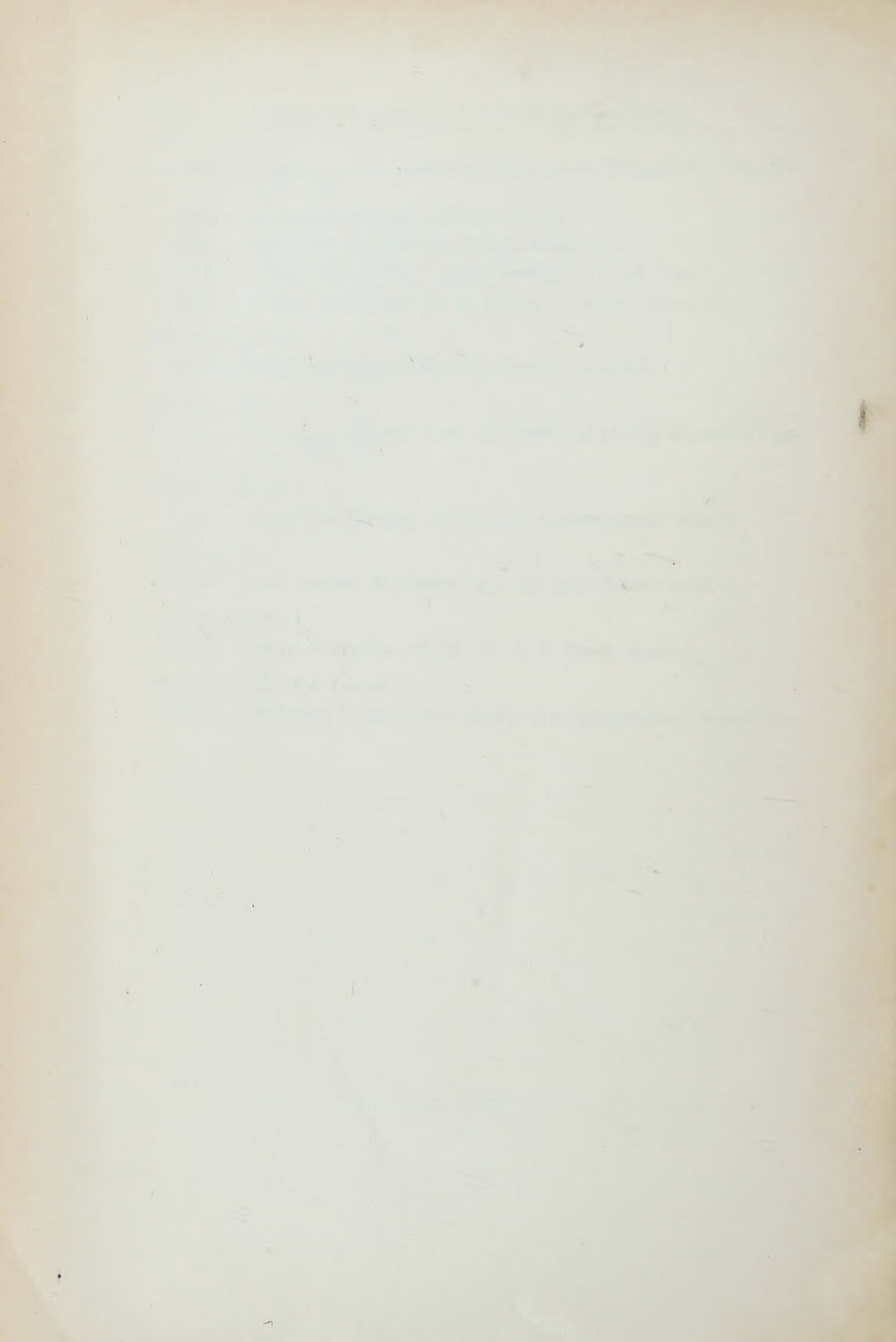
1904 *Classification des Saules d'Europe et monographie des Saules de France.* J. Mersch. Paris.

COUTINHO, A. X. Pereira

1889 O «*Salix atro-cinerea*», Brot. *Agric. Contemp.* IV (11): 171-174 ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Repare-se que o volume IV da *Agricultura Contemporanea* foi publicado sob o título: «A Revista dos Campos».

- 1899 Subsídios para o estudo das Salicaceas de Portugal. *Bol. Soc. Brot.* XVI: 5-34.
- 1913 *A Flora de Portugal*. Aillaud, Alves & C.^a.
- 1935 *Suplemento da Flora de Portugal*. Coimbra.
- 1936 *Esboço de uma Flora lenhosa Portuguesa*, 2.^a ed. Lisboa.
- 1939 *A Flora de Portugal*, 2.^a ed. Bertrand (Irmãos), Lda. Lisboa.
- HENRIQUES, J. A.
- 1913 *Esboço da Flora da Bacia do Mondego*. Coimbra.
- RENDER, A.
- 1940 *Manual of cultivated Trees and Shrubs*, 2d ed. The Macmillan Company. New York.
- RICHS, R. H.
- 1945 *Forest Tree Breeding and Genetics*. Cambridge and Oxford.
- SAMPAIO, G.
- 1908 Flora vascular de Odemira. *Bol. Soc. Brot.* XXIV: 7-132.
- WILLDENOW, C. L.
- 1805 *Species Plantarum*, vol. IV (2). G. C. Nauck. Berolini.
- WILLKOMM, M. et J. LANGE
- 1870 *Prodromus Florae Hispanicae*, vol. I. E. Schweizerbart. Stuttgartiae.



Anais do Instituto Superior de Agronomia

Correspondência

Todos os assuntos respeitantes à distribuição dos ANAIS, em particular os relativos à permuta, são da competência do

Correspondance

Les sujets en rapport avec la distribution des ANAIS, en particulier ceux qui concernent l'échange, sont de la compétence du

Correspondence

All the matters dealing with the distribution of the ANAIS, especially those referring to the exchange, concern the

Korrespondenz

In allen den Versand und insbesondere den Austauschverkehr der ANAIS betreffenden Angelegenheiten ist zuständig:

Director da Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal.

A restante correspondência deve ser endereçada à

Toute autre correspondance doit être adressée à la

Correspondence on other subjects shall be addressed to the

Die übrige Korrespondenz richtet man an die

Comissão de Redacção dos Anais, Biblioteca do Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal.

VOLUMES À VENDA

Na Contabilidade do Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal, encontram-se à venda, pelos preços indicados, os seguintes volumes:

Vol. I, 2. ^a edição	35\$00
Vol. X	40\$00
Vol. XI	35\$00
Vol. XII, fasc. 1. ^o	30\$00
Vol. XII, fasc. 2. ^o	60\$00
Vol. XIII	30\$00
Vol. XIV	70\$00
Vol. XV	30\$00
Vol. XVI	25\$00

